

Fiskares uppfattning om förändring i status hos ett rödingbestånd i en Jämtländsk sjö

– Möjliga orsaker till en förändring

Fishermen's perception concerning changes in a charr
population in a lake in Jämtland

– Potential causes to a change

Johanna Malmgren

Fiskares uppfattning om förändring i status hos ett rödingbestånd i en Jämtländsk sjö

– Möjliga orsaker till en förändring

Fishermen's perception concerning changes in a charr population in a lake in Jämtland

– Potential causes to a change

Johanna Malmgren

Handledare: Alfred Sandström, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Examinator: Erik Petersson, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap - kandidatprogram

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Röding, bestånd, minskning, temperaturökning, konkurrens, introduktion, vattenreglering, fiske, jordbruk, skogsbruk.

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för akvatiska resurser

Sammanfattning

Global klimatförändring, habitatförstörelse, introduktion av främmande arter och överexploatering är några av de främsta hoten mot såväl enskilda arter som ekosystems struktur och funktion. Rödingen (*Salvelinus alpinus*) är en av de arter som hittills har påverkats på flera olika sätt av mänskliga aktiviteter. Vid sjön Näkten i det svenska landskapet Jämtland har fiskare och forskare vid flera tillfällen under det senaste århundradet rapporterat om troliga minskningar av sjöns rödingbestånd. Syftet med min studie var därför att undersöka om fiskare vid sjön Näkten uppfattar att det skett en förändring av rödingbeståndets status i sjön under åren 1950-2016, samt att studera möjliga orsaker till en förändring. En enkätundersökning genomfördes med fiskare som har lång erfarenhet av fiske i Näkten. Litteratursökning genomfördes i lämpliga databaser för att identifiera möjliga orsaker. Resultatet visar att fler respondenter uppfattade att omfattningen på fångsten har blivit mindre idag jämfört med den tid då de började fiska, att storleken på rödingarna har blivit mindre och att rödingbeståndet har minskat totalt sett. Skattefiske, konkurrens mellan arter och vattenreglering var de orsaker som flest respondenter ansåg har betydelse för minskningen av rödingbeståndet i Näkten. Beståndet har sannolikt påverkats negativt av temperaturökning och utsättning av arter genom ökad konkurrens och predation. Möjligtvis har även temperatures direkta effekt på rödingens fysiologi bidragit till minskningen av beståndet. Fiske och vattenreglering är två faktorer som medfört både drastiska och långvariga negativa effekter på rödingbestånd i andra sjöar. I studien kan inte varje enskild faktors påverkan fastställas men det är tydligt att de tillsammans kan ha bidragit till en minskning av Näktens rödingbestånd.

Abstract

Global climate change, habitat destruction, introduction of invasive species and overexploitation are some of the main threats to individual species and ecosystem structure and function. The arctic charr (*Salvelinus alpinus*) is one of the species affected by human activity so far. In Lake Näkten in the Swedish province Jämtland, fishermen and scientists have during the last century reported on a likely reduction in a charr population. The aim of my study was to investigate if fishermen by Lake Näkten have perceived a change in the status of the charr population during 1950-2016, and to study the potential causes. A survey was conducted with fishermen who have long experience of fishing in Näkten. Literature search was conducted in appropriate databases to identify potential causes. Results show that more respondents perceived that the scope of the catch has become less compared with the time when they began fishing, the size of the charr has become smaller and the charr population has decreased overall. Tax fishing, interspecific competition and water course regulation were the causes that a majority of the respondents considered as important for the reduction in the charr population in Näkten. The population has likely been negatively affected by the increase in temperature and species introduction through increased competition and predation. Possibly the temperature's direct impact on the charr physiology could have contributed to the reduction of the population as well. Fishing and water course regulation have caused drastic and long-lasting negative effects on charr populations in other lakes. The influence of each separate factor cannot be determined in this study, but it is clear that their combined effects could have contributed to the reduction of the charr population in Näkten.

Innehåll

Introduktion.....	1
Syfte	2
Bakgrund.....	3
Näkten	3
Röding	5
Metod och material	7
Resultat	10
Diskussion.....	16
Temperaturökning och rödingens fysiologi	16
Temperaturökning, utsättning av arter, konkurrens och predation	17
Fiske	23
Vattenreglering.....	25
Jord- och skogsbruk.....	27
Slutsats	27
Erkännanden	28
Studiens giltighet	29
Referenslista	31

Introduktion

Människans aktivitet påverkar numer hela ekosystem världen över. Faktorer som global klimatförändring, habitatförstörelse, introduktion av främmande arter och överexploatering är några av de främsta hoten mot såväl enskilda arter som ekosystems struktur och funktion (Koh et al., 2004; Schröter et al., 2005; Bellard et al., 2012; Setzer, 2012). Limniska ekosystem är särskilt känsliga eftersom många av de arter som lever där har svårt att flytta sig när miljön förändras (Woodward et al., 2010). Bland annat har stora förändringar i trender hos fiskbestånd observerats (Setzer, 2012) och rödingen (*Salvelinus alpinus*) är en av de arter som hittills har påverkats på flera olika sätt av mänskliga aktiviteter (Lehtonen, 1998; Setzer, 2012; Sandlund et al., 2013). Orsaker som tros vara särskilt viktiga är temperaturökning i sjöar där arten lever, förändrade konkurrensförhållanden, vattenreglering, fiske, försurning och eutrofiering (Lehtonen, 1998; Museth et al., 2007; Milbrink et al., 2011; Setzer, 2012). Rödingen skiljer sig från många andra fiskarter bland annat genom att den har en cirkumpolär utbredning (Lehtonen, 1998) och att den är väl anpassad till kalla vatten (Klemetsen et al., 2003b). Den kan överleva vid temperaturer omkring 1°C (Klemetsen et al., 2003b) och existera i sjöar som istäckta 9-10 månader per år (Johnson, 1995). Arten är också en av de laxfiskar som är mest känslig för höga sommartemperaturer (Baroudy & Elliott, 1994). Den har förutom särskilda krav på temperatur också speciella krav på djup, ljusklimat samt lek- och kläckningssubstrat (Gönczi, 1970). Rödingen är en av de vanligaste toppredatorerna i subarktiska och arktiska sjöar och har därmed en mycket viktig funktion i dessa ekosystem (Klemetsen et al., 2003a). Kunskap om rödingens ekologi och faktorer som kan påverka dess förekomst är därför av största vikt i arbetet med bevarandet av arten och dess nyckelfunktion i många akvatiska ekosystem (Elliott & Elliott, 2010; Zohary & Ostrovsky, 2011; Setzer, 2012). Det finns flera exempel på tillbakagång av röding i svenska sjöar de senaste 50 åren (Svärdson, 1976; Milbrink et al., 2011; Setzer, 2012). Sjön Näkten i det svenska landskapet Jämtland är en av de sjöar där fiskare och forskare vid flera tillfällen under det senaste århundradet har rapporterat om troliga minskningar av rödingbeståndet (Gönczi, 1970; Ingemar Näslund¹). Sjöns förhållanden är mycket sällsynta i boreala skogar varför den 2005 klassades som Natura 2000-område (Länsstyrelsen, 2006) och 2014 blev en del av Life-projektet ”Triple Lakes” som syftar till att förbättra vattenmiljöerna i tre Jämtländska sjöar (Länsstyrelsen, 2013). Näkten tillhör habitattypen kransalgssjöar som karakteriseras av kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bottenlevande kransalger och rödingen kategoriseras som typisk art för sjön (Länsstyrelsen, 2013). Sjön har länge varit känd bland fiskare för att hysa särskilt stora exemplar av röding (Ingemar Näslund¹). Fisketraditionerna kan spåras så långt som tillbaka till 1600-talet och engagemanget kring rödingen är stort än idag. Öron över en möjlig minskning i Näktens rödingbestånd har under 2000-talet stärkts i takt med att medvetenheten

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

rörande potentiella hot för arten har ökat (Ingemar Näslund¹; Malin Bernhardsson²). För att ge en mer samlad bild av rödingens situation i Näkten och för att kunna ge underlag för eventuella skötselåtgärder för arten valde jag att studera rödingen och Näkten närmare. Jag studerade genom en enkätundersökning om fiskare vid Näkten uppfattar att det skett en förändring av rödingbeståndets status i sjön under åren 1950-2016. Jag undersökte också möjliga bakomliggande orsaker till förändringen genom att studera tidigare forskning inom ämnesområdet och lokal information om rödingen i Näkten. Arbetet genomfördes i samarbete med Länsstyrelsen i Jämtland.

Syfte

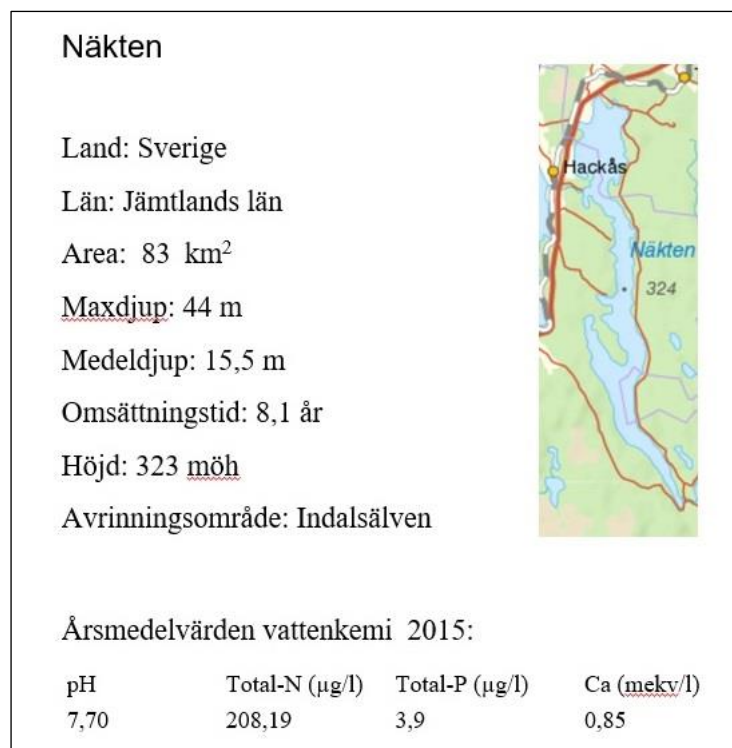
Att undersöka om fiskare vid sjön Näkten uppfattar att det skett en förändring av rödingbeståndets status i sjön under åren 1950-2016, samt att studera möjliga orsaker till en förändring.

- Uppfattar fiskare vid Näkten att rödingbeståndets status i sjön har förändrats från den tid de började fiska fram till år 2016?
- Vilka kan de möjliga orsakerna till en eventuell förändring vara?

¹Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

²Malin Bernhardsson, vattenhandläggare och projektledare i Life-projektet Triple Lakes, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

Bakgrund



Figur 1. Egenskaper för sjön Näkten. Sjön delas i två djupare bassänger av holmar och skär som ligger i höjd med samhället Hackås. Källor: Länsstyrelsen (2013), SMHI (2012), VISS (2016). Karta: ©Lantmäteriet och Geodatasamverkan, hämtad från Länsstyrelserna (2016) och modifierad av Johanna Malmgren 2016-05-26.

Näkten

Sjöns egenskaper

Näkten är en naturligt kalkrik och näringsfattig sjö belägen i sydöstra Jämtland i Sverige. Ytan är 83 km² och sjön är långsträckt till formen (Länsstyrelsen, 2006). Maxdjupet är 44 m (SMHI, 2012) och omsättningstiden 8,1 år, vilken kan betraktas som lång (Länsstyrelsen 2013). Sjön är delad i två djupare bassänger genom ett grundområde med holmar och skär. Näringshalten i form av kväve och fosfor klassas låg till medel (Figur 1) och är tillfälligtvis högre än acceptabla nivåer, vilket kan indikera risk för partiell eutrofiering (Länsstyrelsen, 2013). Vattnet har hög kalciumhalt (Figur 1) och det är mycket klart på grund av den kalkrika berggrunden i avrinningsområdet. Sjöns pH (Figur 1) är stabilt och klart över nivån för vad som är godkänt biologiskt (Länsstyrelsen, 2013). År 2014 startade Life-projektet ”Triple Lakes” som är ett EU-projekt med det huvudsakliga syftet att förbättra vattenmiljöerna och kunskapen om hållbar vattenanvändning i det berörda området (Länsstyrelsen, 2013). Näkten är en av tre jämtländska sjöar som ingår i projektet. Sjön tillhör ett avrinningsområde som är nära 490 km² (Länsstyrelsen, 2013), saknar större tillflöden och avrinner via Billstaån till Storsjön (Gönczi, 1970). Omgivningen består till största delen av barrskog avsedd för skogsbruk vilken utgör 70 procent av landområdet i

avrinningsområdet. Jordbruk bedrivs på tre procent av ytan och omkring 20 procent används för sportfiske, dricksvattentäkt och som vattenmagasin för vattenkraftverk. Omkring sjön finns ett antal mindre samhällen och invånarantalet uppskattas till 1600 personer. Sedan mitten av 1800-talet regleras Näkten för vattenkraft via stationer i Billstaån. Den nuvarande regleringen med en amplitud av 1,27 m påbörjades 1940 (Länsstyrelsen, 2006). Sänkings- och höjningsgräns är 323,25 möh respektive 324,52 möh (Vattenregleringsföretagen, 2015). Sänkingsgränsen nås omkring mitten av mars och nivån hålls stabil till slutet av april. Höjningsgränsen nås i början av juni och vattennivån varierar sedan kring höjningsgränsen med naturliga fluktuationer fram till den kraftigare sänkningen under våren (Vattenregleringsföretagen, 2015).

Temperaturökning

Luftens medeltemperatur ökade i den norra hemisfären med 0,24°C per årtionde från 1976 till 2000 (Folland et al., 2002). Mohseni och Stefan (1999) har visat att temperaturen i rinnande vatten är nära relaterad till lufttemperaturen och genom en modelleringsstudie av en schweizisk sjö har (Peeters et al., 2002) konstaterat att lufttemperaturen är avgörande för vattentemperaturen. Under perioden 1961-1990 var Jämtlands årsmedeltemperatur 1,0°C och under perioden 1991-2012 var den 1,9°C (SMHI, 2014). Det är en ökning med 0,9°C. Beräkningar visar en successiv och tydlig ökning av årsmedeltemperaturen under det pågående seklet med i medeltal cirka 4°C. Under alla årstider observeras en temperaturökning men den är mest tydlig under vintern med 6 °C ökning i medeltal över länet (SMHI, 2014). Islossningsdata från Näkten visar på att islossningen sker en månad tidigare år 2015 jämfört med år 1871 (SMHI, 2016). Sammantaget talar detta för att Näktens vattentemperatur har ökat sedan minst 1960-talet och framåt. Det är troligt att en fortsatt global temperaturökning kommer att påverka ekosystem som de i Näkten i en allt större grad framöver (Bellard et al., 2012; SMHI, 2014).

Utsättning av arter

Data från Länsstyrelsen i Jämtland visar på omfattande utsättningar av fisk och näringsdjur i Näkten och tillrinnande vattendrag från 1947- 2014 (Länsstyrelsen, 2016). Sik har vid ett flertal tillfällen satts ut av Indalsälvens vattenregleringsföretag 1947-1955 och år 1966 beskrivs Näkten i en rapport från Sötvattenslaboratoriet (Fürost, 1966) som en siksjö med ett mycket försvagat bestånd av storöding. I rapporten redovisas en introduktion av pungräka (*Mysis relicta*) och taggmärsla (*Pallasea quadrispinosa*) under år 1965, med det direkta syftet att försöka rädda rödingbeståndet. Meningen var att förse rödingen med lämplig föda (Fürost, 1966). Ett livskraftigt bestånd av *M. relicta* påvisades 1970. Från 1947-1996 har också omfattande utsättningar av öring och i mindre utsträckning utsättningar av röding gjorts av Vattenregleringsföretagen (Länsstyrelsen, 2016a). Därefter har utsättningar av öring gjorts av Näktens fiskevårdsområdesförening (FVOF) fram till 2014 (Länsstyrelsen, 2016a).

Länsstyrelsen har enligt Malin Bernhardsson² under de senaste två åren planerat ut rom från röding och gjort kläckningsförsök, med syftet att stärka rödingbeståndet.

Fiske

Vid Näkten finns en lång fisketradition som sträcker sig minst tillbaka till 1600-talet (Länsstyrelsen, 2013). I en tidningsartikel från 1961 (Öhman, 1961) beskrivs att drottning Kristina under den tiden lät sina legoknektar bedriva fiske på lekande röding i Näkten. Det fungerade då troligtvis som en förmån för ägarna av de fem fastigheter i Våle, Hackås som tillskrevs rätten. I tidningsartikeln anges Sandnäset och Brynje-landet, i den sydöstra delen av sjön vara de enda fungerande lekgrunden (Öhman, 1961). Reglerna om skattefisket finns kvar för de gårdar som ärvt förmånen och tillämpas än idag (Ingemar Näslund¹). Under 1900-talet bedrevs skattefisket fortfarande av flera familjer (Öhman, 1961) men sedan omkring 20 år tillbaka är det dokumenterat av endast en familj. Fisket bedrivs nu på lekplatsen vid Sandnäset som ofta påstås vara den enda aktiva idag (Malin Bernhardsson²). Övrigt fiske har sannolikt pågått lika länge som skattefisket. Under 1800-talet och långt in på 1900-talet fiskades röding mestadels för det egna husbehovet. Under den senare delen av 1900-talet har sportfisket ökat och Näkten är numer känd som en attraktiv sjö för rödingfiske även för långväga fiskare. Förutom röding fiskas framför allt öring och på senare år även gädda. Det tidigare huvudsakliga nätfisket har i allt större grad ersatts av dagens trollingfiske (Ingemar Näslund¹). Länsstyrelsen ansvarar för den regionala utvecklingen av fritidsfisket. De bildar fiskevårdsområden³ för att skapa goda förutsättningar för fritidsfisket i Jämtland. Vid Näkten arbetar Näktens fiskevårdsområdesförening (FVOF) bland annat med försäljning av fiskekort och information om fiskeföreskrifter (Länsstyrelsen, 2016b). Ett exempel på en föreskrift är att rödingarna måste ha en längd av minst 30 cm för att de ska det vara tillåtet att ta upp dem (Åke Falk⁴). Näktens FVOF samarbetar också med Länsstyrelsen kring naturvård vid sjön i Life-projektet ”Triple Lakes” (Malin Bernhardsson²).

Röding

Taxonomi

Rödingen tillhör familjen *Salmonidae* (laxfiskar) och släktet *Salvelinus* (rödingar) är väl studerat men artindelningen är ofullständig och omtvistad, speciellt för de europeiska formerna (Kullander et al., 2012). Den mest storväxta formen av rödingarna benämns ofta storröding (Kullander et al., 2012) vilken existerar i Näkten (Gönczi, 1970). Enligt Kullander et al. (2012) kan bara en

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

² Malin Bernhardsson, vattenhandläggare och projektledare i Life-projektet Triple Lakes, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

³ Lag (1981:533) om fiskevårdsområden.

⁴ Åke Falk, kontaktperson Näktens fiskevårdsområde. Telefonsamtal 2016-05-26.

inhemsk rödingart urskiljas: röding *Salvelinus alpinus*, och i denna studie håller jag mig till detta.

Utbredning och temperaturpreferenser

Rödingen är en sötvattenslevande fisk med ett utbredningsområde som är sammanhängande runt nordpolen (Lehtonen, 1998). Bland sötvattensfiskarna tillhör den de som förekommer längst norrut och högst upp i bergen. I Sverige förekommer arten allmänt i fjällvärlden (Kullander et al., 2012) och sällsynt i djupa, stora och näringsfattiga låglandssjöar (Alfred Sandström³). Den lever vanligen stationärt i sötvatten. För att rödingens reproduktion och tillväxt ska fungera optimalt krävs ett temperaturintervall på 5-16° (Lehtonen, 1996). Temperaturen för optimal tillväxt är omkring 15° C (Larsson, 2005) och preferenstemperaturerna varierar enligt (Mortensen et al., 2007) mellan vår-höst och vinter då den är 11,5-11,8°C respektive 8,7 °C. Att preferenstemperatur och temperatur för optimal tillväxt skiljer sig beror sannolikt på att rödingen snarare optimerar energiutvinning och därmed tillväxteffektivitet framför tillväxthastighet. Det hänger troligtvis samman med att individer gynnas om de kan utnyttja en begränsad resurs optimalt genom att välja en temperatur där effektiviteten för tillväxt är maximerad (Larsson, 2005; Mortensen et al., 2007). Temperatur mellan 20-22 °C innebär stress för arten (Baroudy & Elliott, 1994) och 22-26°C är dödliga nivåer (Johnson, 1995). Gällande reproduktionen är temperaturer som överstiger 10°C inhiberande för ovulationen medan 7-10°C kan försena den (Gillet, 1991). I äggstadiet har arten som lägst tolerans mot temperaturförändringar och få ägg överlever en temperatur över 5°C (Elliott & Elliott, 2010).

Födopreferenser och tillväxt

Födovallet varierar med rödingens storlek, födotillgång och närvaron av eventuella konkurrenter. Små individer äter i allmänhet bottenlevande ryggradslösa djur och plankton medan de större äter fisk (Kullander et al., 2012). Tillväxten hos arten varierar med bland annat omgivande naturliga och mänskliga faktorer (Setzer, 2012). Genom Olof Filipssons (1979) åldersbestämning av röding i Näkten framgår att rödingar som är 4-5 år gamla har en längd av 30-35 cm och att några rödingar vid 3 års ålder bär på rom.

Reproduktion

Leken sker generellt mellan augusti och januari, parvis över grus och stenar på 1-20 meters djup i sjöar eller rinnande vatten. Hanen gräver lekgropen och hanen håller revir. Äggen befruktas på hösten och kläcks efterföljande vår (Kullander et al., 2012). Mer precis tid för kläckning av röding i Näkten är okänd men det är säkert att den sker under våren i enlighet med Kullander et al. (2012). Leken i Näkten sker numer i slutet oktober och början av november (Malin Bernhardsson²). På 70-talet redovisade Gönczi (1970) att rödingen i Näkten började sin lek omkring 10 oktober och först när temperaturen sjunkit under 9°C.

² Malin Bernhardsson, vattenhandläggare och projektledare i Life-projektet Triple Lakes, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

³ Alfred Sandström, forskare FLK vid Institutionen för akvatiska resurser; Enheten för stora sjöar. Telefonsamtal 22 mars till 3 juni.

Han redovisar också att den avslutade leken när temperaturen sjunkit till omkring 5°C. För över 40 år sen skriver Öhman (1961) att rödingens dåvarande lek i mitten av oktober låg tre veckor senare än för 200 år sedan. Tiden för leken har alltså förskjutits framåt på året med omkring fem veckor jämfört med mitten av 1700-talet. Vad beträffar rödingens preferens för lekdjup i Näkten är det enligt Gönczi (1970) 0,8-1,6 m. Bottenstrukturen på lekplatserna ska helst bestå av flervarviga stenlager bildade av stenar med en diameter mellan 10-20 cm. Det är viktigt att honan kan vispa ned rommen mellan sprickorna, vilket underlättas om stenarna ligger i flera lager (Gönczi, 1970).

Metod och material

Studien är en retrospektiv observationsstudie genomförd i form av en enkätundersökning. Det innebär det är människor som studeras och att studien går bakåt i tiden (Ejlertsson, 2012). Ändamålsenligt urval gjordes vilket betyder att den som gör undersökningen kan välja deltagarna utifrån deras kunskap om det som ska undersökas (Polit & Beck, 2011).

Enkätundersökningen genomfördes på fiskare som bedömdes ha tillräckligt lång erfarenhet av fiske i Näkten för att kunna besvara frågor om sjöns röding från 50-talet och framåt. Bedömningen gjordes av Näktens FVOF och vattenenheten vid Länsstyrelsen i Jämtland efter att dessa informerats om enkätens huvudsakliga innehåll. För att uppnå så stort antal deltagare som möjligt ombads personerna vid Näktens FVOF och Länsstyrelsen att sprida frågan om möjliga deltagare vidare till andra personer, som kunde ha kännedom om ytterligare lämpliga deltagare. Det kan liknas vid ett ”snöbollsurval”, en metod som går ut på att redan valda deltagare får rekommendera fler lämpliga deltagare som sedan inkluderas i urvalet (Polit & Beck, 2011). Inga fler deltagare erhöles via denna metod.

Enkäten utformades genom operationalisering. Det innebär att den som utformar undersökningen utgår från syftet med den aktuella studien och bryter ned frågeställningar i mindre, mer specifika frågeområden (Ejlertsson, 2014). Studiens syfte var att undersöka om fiskare vid sjön Näkten uppfattar att det skett en förändring av rödingbeståndets status i sjön under åren 1950-2016, samt att studera möjliga orsaker till en förändring. Utifrån detta utformades frågor som bland annat berörde rödingens förändring över tid med avseende på beståndet som helhet, rödingens storlek och kondition samt omfattningen på fångstuttaget (Bilaga 2). Enkäten hade fasta svarsalternativ med vissa möjligheter till fria kommentarer. En inledande del bestod av fem frågor som berörde information om respondenten och dennes fiske. Dessa frågor ställdes för att möjliggöra en beskrivning av den undersökta populationen (*Tabell 1*), fiskare med lång erfarenhet av fiske i Näkten. Efterföljande del bestod av 12 frågor rörande fisket av röding och andra fiskarter i sjön samt möjliga orsaker till förändring av rödingbeståndets status (Bilaga 2). Enkäten bearbetades i flera omgångar i samarbete med ämneskunniga på Länsstyrelsen i Jämtland och Sötvattenslaboratoriet i Stockholm. Ett pilot-test genomfördes på en person utan specifika fiskekunskaper och som inte skulle delta i studien. Några förtydliganden av frågorna gjordes efter detta test.

Tabell 1. Beskrivning av populationen fiskare med lång erfarenhet av fiske i Näkten. Beskrivande faktorer är födelseår, år då de började fiska, vilka delar av sjön de fiskat i, ungefärligt antal fiskedagar per år under deras fem mest aktiva år och fiskemetoder som de använt.

Antal och andel (%) fiskare födda:		Antal och andel (%) fiskare som började fiska:		Antal fiskare som fiskat i olika delar av sjön:		
Före 60-talet	60- eller 70-talet	Före 80-talet	Under eller efter 80-talet	Norra	Mitten	Södra
17 (81%)	4 (19%)	18 (86%)	3 (14%)	4	12	12
Antal och andel (%) fiskare som har ett givet antal fiskedagar per år:				Fiskemetoder		
≥20 och <50 dagar	≥50 och <70 dagar	≥70 dagar		Trolling, långdrag, kopparlina med tafs, spinnfiske, flugfiske, pimpelfiske, mete, nät, utter, kastspö.		
12 (67%)	4 (22%)	2 (11%)				

Tillsammans med enkäten skickades ett informationsbrev (Bilaga 1) och frankerade svarskuvert. Svarstiden var 10 dagar. Informationsbrevet innehöll tillsammans med enkäten information om mig som undersökare, studiens och enkätens syfte och genomförande samt deltagarnas rättigheter (Bilaga 1, Bilaga 2). Deltagarna informerades i enlighet med Ejlerstsson (2014) om deras rätt att avbryta deltagandet när som helst utan motivering samt att alla uppgifter som kunde kopplas till dem personligen skulle behandlas konfidentiellt under studiens gång och sedan förstöras när den var avslutad.

Enkäten skickades till 33 personer, samtliga män, varav 21 deltog. Av 21 enkäter besvarades sex ofullständigt. I fem av dessa hade kryss utelämnats på enkätens fem första frågor. Jag tog kontakt med fyra respondenter över telefon och kunde konstatera att utelämnande av kryss innebar att de ville svara ”vet ej”. För att svaren skulle kunna användas i analysen kryssade jag därför för ”vet ej” i samråd med respondenten över telefon. En av de fem respondenterna nåddes inte över telefon inom ramarna för studien varför svaren för aktuella frågor uteslöts i analysen. En respondent hade svarat både ”minskat avsevärt” och ”ökat något” på fråga 7 och ”mindre” och ”större” på fråga 10 där endast ett kryss tilläts. Kommentarer hade lämnats om förhållandet mellan rödingbeståndet och fiskarnas storlek och mellan omfattning på fångst och fiskarnas storlek. Jag bedömde att frågan var formulerad så att respondenten inte kunde uttrycka sig som denne önskade. Om respondenten hade ombetts att välja alternativ skulle jag som undersökare ha påverkat resultatet felaktigt. Svaren på fråga 7 och fråga 10 från denna respondent utelämnades därför i analysen.

Av 33 tillfrågade var det 12 som inte deltog. Två enkäter inkom sent och kunde inte inkluderas i analysen. I följebrevet skrev jag som undersökare att jag skulle ringa upp de som inte skickat in enkäten via brev för att om möjligt fylla i svaren över telefon. Studiens tidsram begränsade möjligheten till detta. Istället prioriterades komplettering av det interna bortfallet (ofullständigt besvarade frågor) och kontakt med personer i bortfallsgruppen. Jag ringde upp fem av de tillfrågade och fick svar från tre om varför de valt att inte skicka in enkäten. Orsaker som uppgavs till uteblivet deltagande var mitt samarbete med Länsstyrelsen, önskan om att få lämna svaren över telefon och otillräcklig erfarenhet för att kunna besvara frågorna. Tillsammans med kort svarstid skulle dessa orsaker kunna representera en stor del av bortfallet.

För bearbetning av data användes Microsoft Excel och för statistisk analys användes Minitab 18. Binär logistisk regression genomfördes för fråga 5 (Bilaga 2) som berör uppfattning om rödingbeståndets förändring över tid. Binär logistisk regression lämpar sig bäst för att undersöka om det finns ett samband mellan en responsvariabel, som endast kan anta två möjliga värden, och en förklarande variabel (Olsson et al., 2012). I denna studie undersöktes sambandet för responsvariabeln minskat= 1 och stabilt/ökat=2 och den förklarande variabeln årtionde. Samma test genomfördes för ökat=1 och stabilt/minskat=2 och förklaringsvariabeln årtionde. Med detta undersöktes om det fanns ett signifikant samband mellan respondenternas uppfattning om minskning av rödingbeståndet och stigande årtionden samt om det fanns ett signifikant samband mellan deras uppfattning om ökning av rödingbeståndet och stigande årtionden. Svaren i fråga 1-4 (Bilaga 2) som rör uppfattningen om övriga fiskarters förändring över tid redovisas deskriptivt. Fråga 7 (Bilaga 2) analyserades med 1-proportion test. Resultaten för ”minskat avsevärt” och ”minskat något” lades samman och testades med $H_0=0,5$. Jag undersökte därmed om andelen respondenter som svarat att beståndet minskat avvek signifikant från 50 procent. På samma sätt testades om andelen som svarat ”ökat avsevärt” och ”ökat något” avvek signifikant från 50 procent. 1-proportion test användes också för analys av fråga 8 och 10 (Bilaga 2) där ”mindre” och ”större” testades med $H_0= 0,5$. Svaren på fråga 6 och 12 (Bilaga 2) redovisas deskriptivt. Fria kommentarer i fråga 12 (Bilaga 2), om möjliga orsaker till rödingbeståndets minskning redovisas i form av citat. Överensstämmelse mellan fråga 5 och fråga 6 (Bilaga 2) samt mellan fråga 5 och fråga 7 (Bilaga 2) kontrollerades. Av de som i fråga 6 svarade att en särskilt stor minskning eller ökning skett under vissa årtionden finns i samtliga fall (100%) en överensstämmelse med de årtionden där de svarat ”ökat” och ”minskat” i fråga 5. Överensstämmelse fanns också i 20 av 21 fall (95%) gällande svar på fråga 5 och fråga 7. De som i fråga 7 angav ”minskat avsevärt” eller ”minskat något” hade satt övervägande antal kryss för ”minskat” i fråga 5. En respondent svarade i fråga 7 både ”minskat avsevärt” och ”ökat något” beroende på vilken storlek på fiskarna han avsåg. I fråga 5 hade respondenten satt övervägande antal kryss för ”minskat”. De som i fråga 7 svarade ”ej förändrats” hade enbart kryssat för ”stabilt” i fråga 5. De som i fråga 7 hade angivit ”ökat avsevärt” eller ”ökat något” hade satt övervägande antal kryss för ”ökat” i fråga 5.

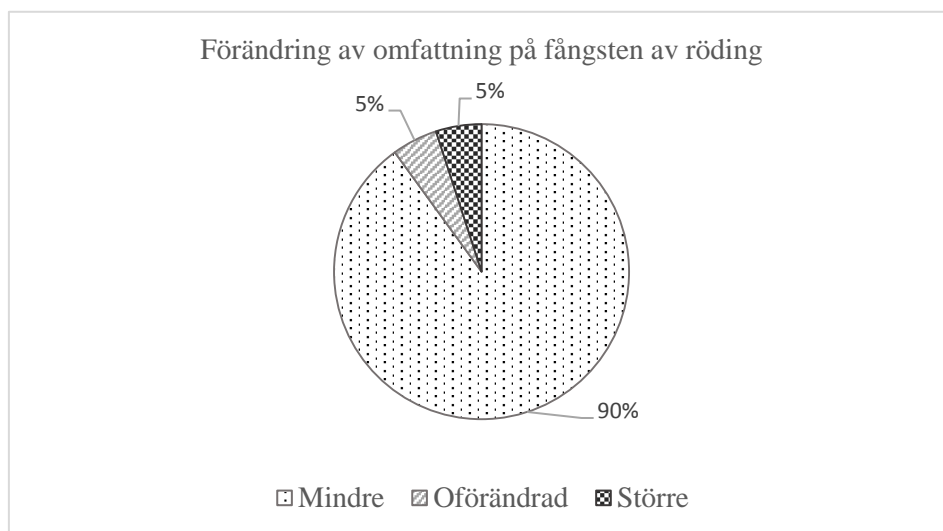
Rapporter, äldre tidningsartiklar och rådata från Länsstyrelsens arkiv samt personlig kommunikation med ämneskunniga på Länsstyrelsen användes för att beskriva rödingens historia och dess lokala förutsättningar i Näkten. Rapporter och äldre tidsskriftsartiklar erhöles också från Sötvattenlaboratoriet på Drottningholm, Stockholm. Övrig vetenskaplig litteratur söktes i databaser⁵. Enkäten i denna studie utgick ifrån uppfattningar hos fiskare med lång erfarenhet av fiske i Näkten. För att säkerställa att alla möjliga aspekter skulle beröras

⁵ Söktjänsten Primo vid Sveriges lantbruksuniversitets bibliotek användes vid sökning av vetenskaplig litteratur.

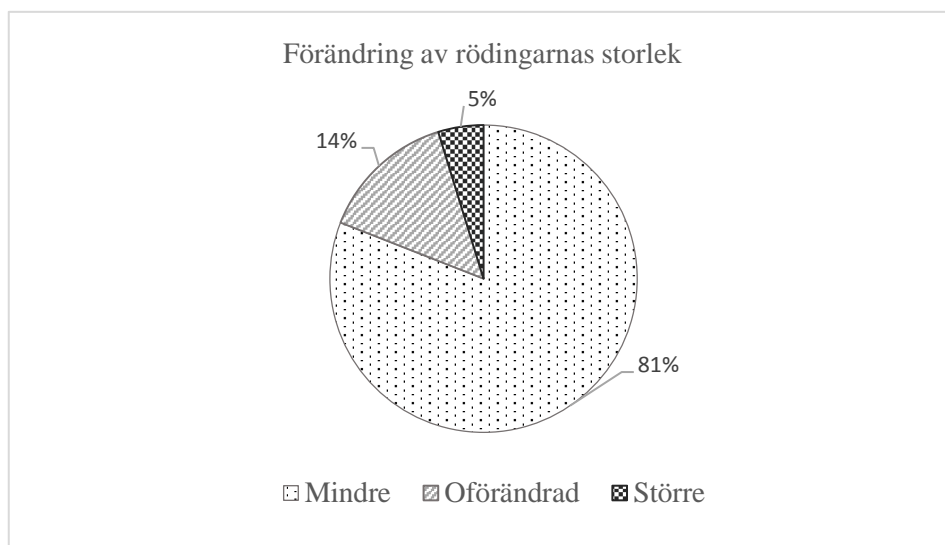
gällande frågeställningen om möjliga orsaker till förändring av rödingbeståndet i Näkten, lades stor vikt vid tidigare forskning på området.

Resultat

Det mest entydiga resultatet i enkäten visade att signifikant fler respondenter (90%) uppfattade att omfattningen på fångsten har blivit mindre idag jämfört med den tid då de började fiska (1-proportion test: $P < 0,0001$, $n=19$, *Figur 2*): endast en mindre andel ansåg att omfattningen på fångsten är större idag jämfört med tidigare (5%). Det näst mest entydiga resultatet var att signifikant fler respondenter (81%) uppfattade att storleken på rödingarna har blivit mindre jämfört med den tid då de började fiska (1-proportion test: $P < 0,0001$, $n=18$, *Figur 3*). Ett fåtal uppfattade att storleken har blivit större (5%).

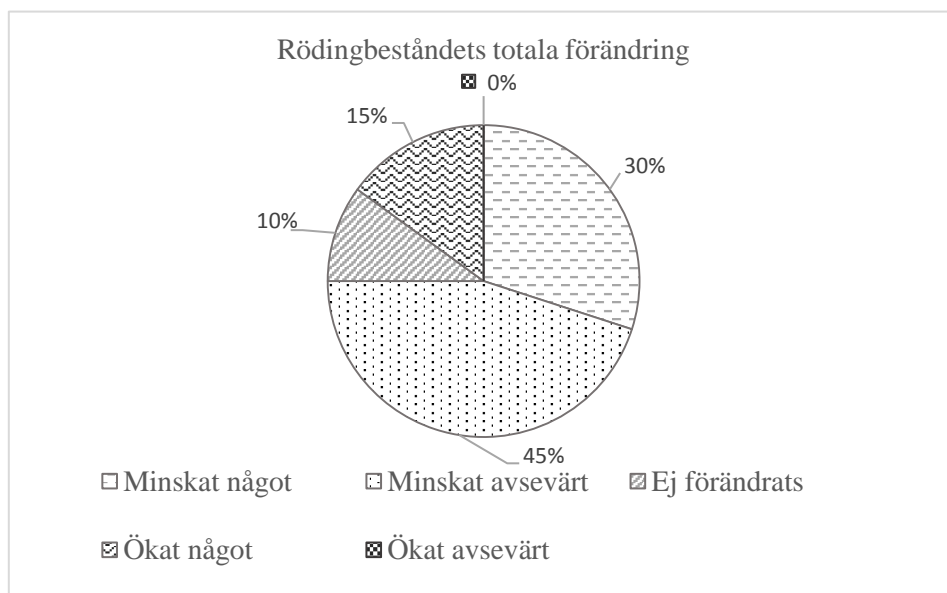


Figur 2. Fördelning av fiskares uppfattning (%) avseende förändring i omfattning på fångst av röding från den tid de började fiska till år 2016.



Figur 3. Fördelning av fiskares uppfattning (%) avseende förändring i omfattning på fångst av röding från den tid de började fiska till år 2016.

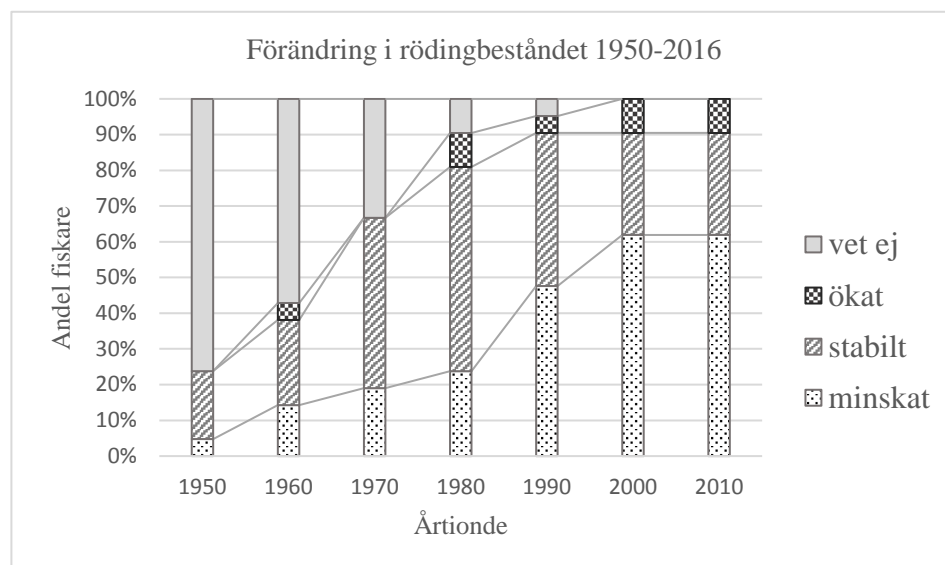
Respondenterna uppfattade också att rödingbeståndet totalt sett har minskat (1-proportion test $P=0,008$, $n=18$, Figur 4) jämfört med den tid de började fiska fram till idag. Av 20 respondenter angav 45 % att rödingbeståndet har minskat avsevärt och 30 % att det har minskat något. Endast 15 % angav att det ökat något och ingen uppfattade att det ökat avsevärt (Figur 4) .



Figur 4. Fördelning av fiskares uppfattning (%) avseende total förändring av rödingbeståndet från den tid de började fiska till år 2016.

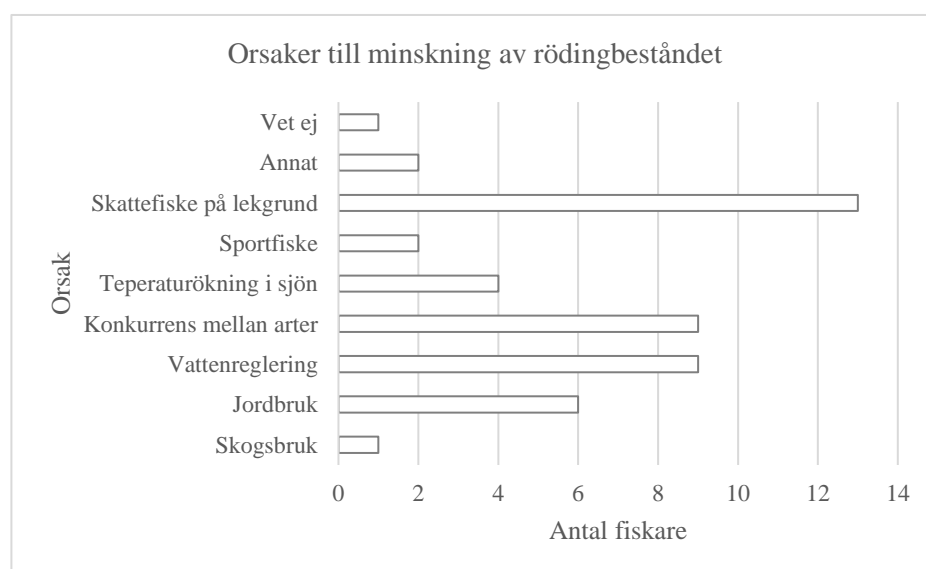
Det finns ett signifikant samband (Binary logistic regression: $P= 0,003$, $n=21$, Figur 5) mellan tidsperiod och de svarandes uppfattning om rödingbeståndets status. Det var fler som uppfattade att en minskning skett från 80-talet och framåt. Det fanns inget signifikant samband mellan tidsperiod och de svarandes

uppfattning om ökning i rödingbeståndet (Binary logistic regression $P = 0,483$, $n=21$).



Figur 5. Fiskares uppfattning om rödingbeståndet vid varje årtionde mellan år 1950-2016.

Avseende svaren på fråga 12 (Bilaga 2) angav 15 av 21 respondenter i fråga 7 (Bilaga 2) att en minskning av rödingbeståndet har skett. "Skattefiske" är den orsak som flest respondenter angav som betydande för rödingbeståndets minskning (Figur 6). Näst efter skattefiske kommer orsakerna "vattenreglering" och "konkurrens mellan arter". Färre svarade att övriga orsaker troligtvis är betydande för rödingbeståndets minskning men alla alternativ är av någon respondent angivna som möjlig orsak. I Tabell 2 presenteras respondenternas citat som avser respektive orsak till rödingbeståndets minskning.

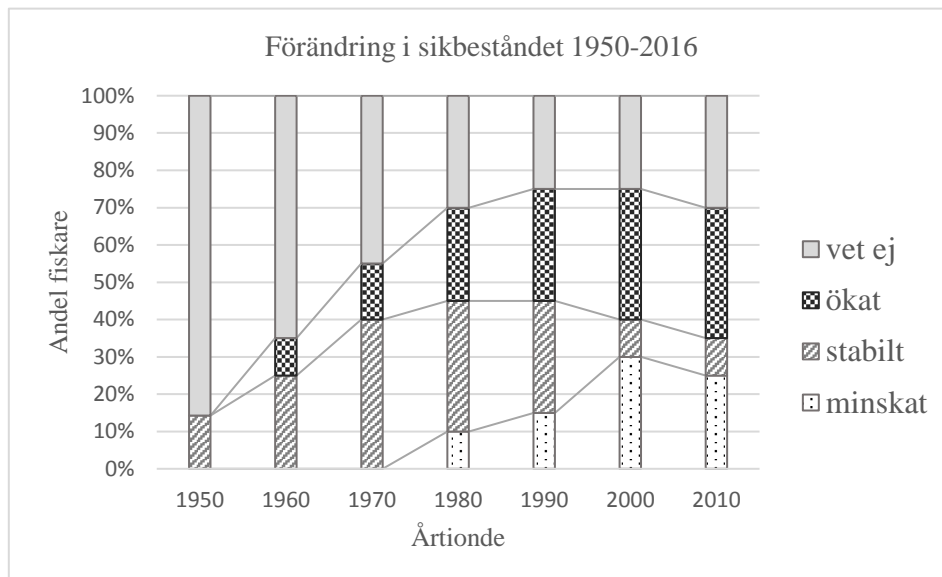


Figur 6 Uppfattning om orsaker till minskning av rödingbeståndet bland de fiskare (15 av 21) som angett att rödingbeståndet minskat från den tid de började fiska till år 2016.

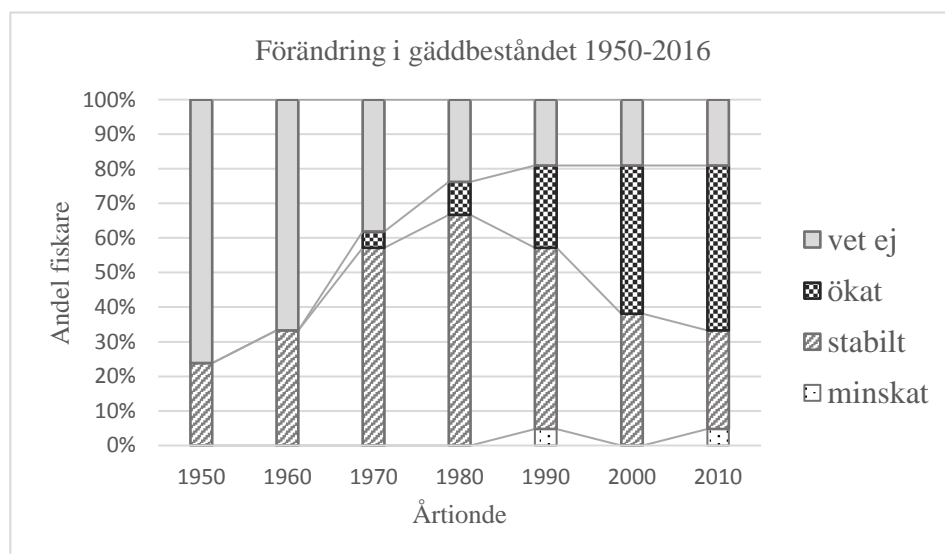
Tabell 1. Citat från fiskare om möjliga orsaker till minskning av rödingbeståndet i sjön Näkten.

Orsak	Citat
Skattefiske	<p>"Har en stor negativ påverkan. Idag känner vi bara till en lekplats och där skattefiskas det"</p> <p>"Skattefiske – rovfiske- bör snarast upphöra"</p> <p>"Kanske påverkat en mindre del"</p>
Vattenreglering	<p>"Sänkning av sjön under vårvinter så att is kommer i kontakt med rommen"</p> <p>"Några grunda lekplatser är i farozonen om avtappningen är för stor i februari, mars"</p>
Konkurrens mellan arter	<p>"Lake, sik, harr tror jag kan påverka rödingbeståndet"</p> <p>"Ökning av ett flertal arter och då i huvudsak sik så att det uppstår konkurrens om föda under rödingens första år"</p> <p>"Sik och elritsa finns på lekplatserna och förser sig med rom"</p>
Jordbruk	<p>"Slamgödsel rinner ut i vattnet"</p> <p>"Marginell betydelse"</p> <p>"Viss övergödning men då mest i norra delen av sjön. Under 80-talet som exempel var det badförbud i Månstaviken p.g.a. förorenat vatten"</p>
Temperaturökning i sjön	<p>"Rödingen gillar kallt vatten och all eventuell temperaturökning påverkar arten som helhet. Hade sjön varit grund hade det varit förödande"</p> <p>"Abborren har ökat mycket sista 15-20 åren"</p>
Sportfiske	<p>"Dom använder trolling. Fiskemetod med t.ex. 10 spön. Det liknar rovfiske enligt mig"</p> <p>"All form av sportfiske bör stängas under perioden 15 sep – 1 dec för att minimera att lekfisk fångas"</p> <p>"Marginell betydelse"</p>
Skogsbruk	<p>"Viss påverkan av biotopen då avverkning sker mot sjönära partier"</p> <p>"Marginell betydelse. Timmerflottningen som upphörde i början av 60-talet var positiv för fisket"</p>
Annat	<p>"Jag tror att det beror på många faktorer. Temperaturökning – dom flesta andra fiskarter har ökat, speciellt abborre och lake. Nätfisket har i princip helt försvunnit, även utterfiske. Dagens fiskare är i huvudsak trollingfiskare som är ute efter öring, röding och på senare tid gädda"</p>

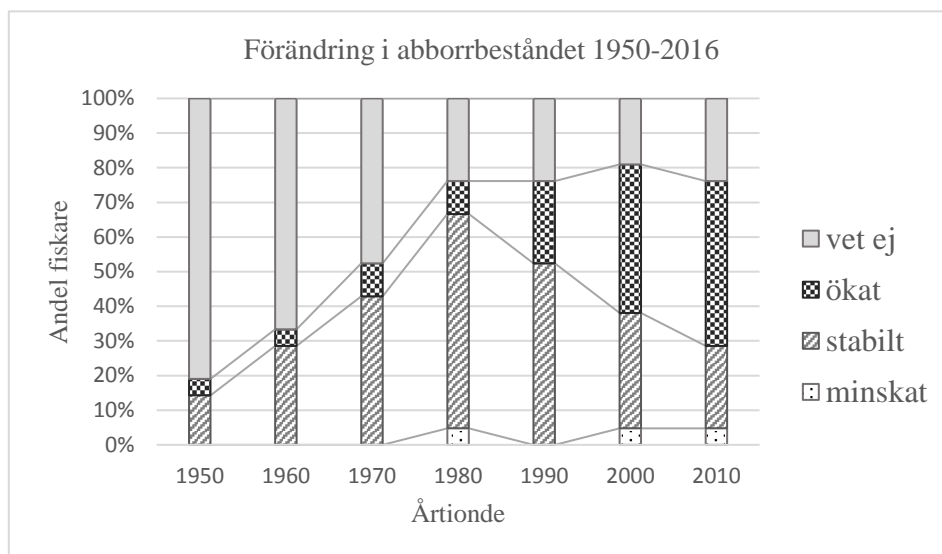
Resultaten avseende förändringar mellan 1950-talet och 2010-talet hos sik, gädda, abborre och öring visade att en övervikt respondenter uppfattade att arterna ökat under den senare delen av tidsperioden (Figur 7-10).



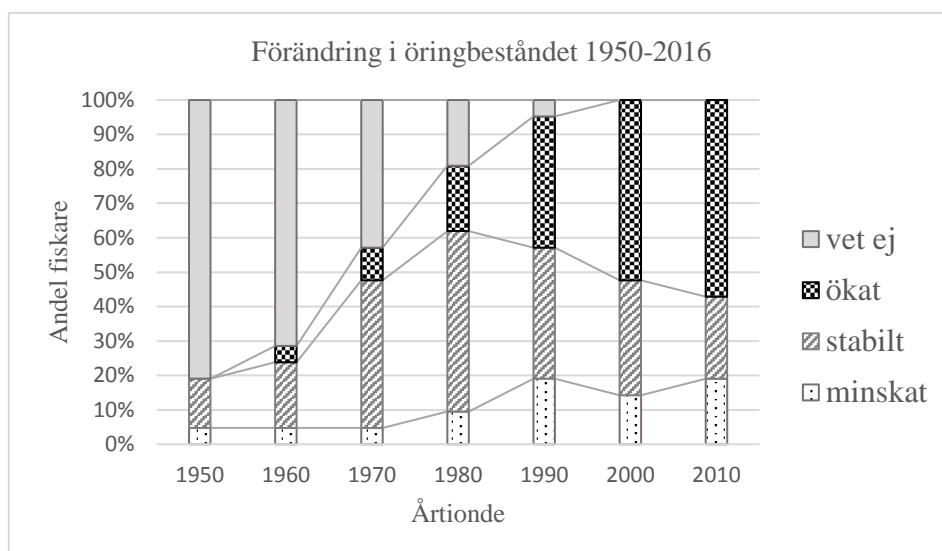
Figur 7. Fiskares uppfattning om sikbeståndet vid varje årtionde mellan åren 1950-2016.



Figur 8. Fiskares uppfattning om gäddbeståndet vid varje årtionde mellan åren 1950-2016.



Figur 8. Fiskares uppfattning om abborrhbeståndet vid varje årtionde mellan åren 1959-2016.



Figur 70. Fiskares uppfattning om öringbeståndet vid varje årtionde mellan åren 1950-2016.

Slutligen visar resultatet att sju av respondenterna svarade att det inte finns något årtionde då en särskilt stor förändring i rödingbeståndet har skett. Resultatet var heller inte entydigt gällande ett eller flera årtionden då en särskilt stor minskning eller ökning i rödingbeståndet har skett. Inga signifikanta skillnader uppmättes gällande uppfattningen om förändring av rödingens kondition eller antalet lekplatser.

Diskussion

Fisketraditionerna vid Näkten kan spåras till 1600-talet. Engagemanget i fisket av röding är stort än idag och intresset för naturvård i området ökar. Oron över en möjlig minskning i Näktens rödingbestånd har under 2000-talet stegrats i takt med att medvetenheten rörande potentiella hot för arten har ökat (Ingemar Näslund¹; Malin Bernhardsson²). Jag undersökte hur fiskare vid Näkten bedömer variationer i rödingbeståndets status mellan 1950 och 2016. Resultatet tyder på att rödingbeståndet har minskat totalt sedan 1950-talet, att storleken på fiskarna har blivit mindre och att minskningen i beståndet framför allt skett från 1980-talet och framåt. Utifrån detta resultat, en negativ förändring i rödingbeståndets status, studerade jag också möjliga orsaker till förändringen.

Fiskarna uppfattade att fångstens omfattning har minskat och att rödingbeståndet har minskat något eller till och med minskat avsevärt totalt sedan de började fiska. De ansåg att bland annat att skattefiske, vattenreglering och konkurrens mellan arter kan ha betydelse för utvecklingen. En fiskare uttalade sig om temperaturökning som en av flera bidragande faktorer och menade att de flesta andra fiskarter (förutom rödingen) har ökat, speciellt abborre och lake (*Tabell 2*). Resultatet gällande förändring över tid hos sik, gädda, abborre och öring indikerar också att samtliga arter har ökat mer på senare år. Temperaturökningen kan ha flera effekter, varav en är direkta fysiologiska effekter på rödingen och en annan indirekta, via ökad mellanartskonkurrens (Gillet, 1991; Lehtonen, 1996; Lehtonen 1998). Konkurrenten kan i sin tur härledas, inte bara till temperaturökningen, utan också till utsättning eller invasion av arter (Lehtonen, 1996; Byström et al., 2007; Sandlund et al., 2013). Då orsakerna troligtvis har en gemensam påverkan diskuteras de gemensamt nedan. Andra orsaker som diskuteras är fiske, vattenreglering och jord-och skogsbruk.

Temperaturökning och rödingens fysiologi

En fiskare skrev att rödingen gillar kallt vatten och att all eventuell temperaturökning påverkar arten som helhet. Han skrev också att om sjön hade varit grund hade det varit förödande (*Tabell 2*). Rödingen kräver ett temperaturintervall på 5-16° C för reproduktion och tillväxt (Lehtonen, 1996). Med bakgrund av att vattentemperaturen i Näkten sannolikt ökar stadigt är det troligt att rödingarnas fysiologi kan komma påverkas i allt större grad framöver. Rödingen föredrar omkring 11°C (Mortensen et al., 2007) och tillväxer optimalt vid 15°C (Larsson, 2005). Vad gäller rödingens reproduktion är temperaturer som överstiger 10°C inhiberande för ovulationen medan 7-10°C kan försena den (Gillet, 1991). Det innebär att högre sommartemperaturer några veckor innan ovulation kan försena den, även om temperaturen sjunker inför slutlig

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

² Malin Bernhardsson, vattenhandläggare och projektledare i Life-projektet Triple Lakes, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

oocytmognad och ovulation (Gillet, 1991; Jobling et al., 1995). I Näkten har rödingens lek förskjutits från mitten av oktober till slutet av oktober och början av november sedan 1970 (Gönczi, 1970; Malin Bernhardsson²). Högre sommar- och hösttemperaturer i Näkten som påverkar ovulationen skulle kunna vara en förklaring till lekens förskjutning. I äggstadiet har rödingen som lägst tolerans mot temperaturförändringar och få ägg överlever en temperatur över 5°C (Elliott & Elliott, 2010). En stigande vattentemperatur i Näkten i november kan därför innebära att äggen inte kommer att överleva framöver. Eftersom rödingen i Näkten dessutom har visat sig leka grunt (Gönczi, 1970) är sannolikheten ännu högre att de redan nu påverkas av en temperaturökning eller att de kommer att göra det inom en snar framtid. Vid temperaturer mellan 20-22 °C utsätts rödingen för stress (Baroudy & Elliott, 1994) och 22-26°C är dödliga temperaturer (Johnson, 1995). Ökning i ytemperatur, framför allt under sommaren, som följd av global uppvärmning utgör således ett hot mot populationer i grunda sjöar där ingen skiktning och kall hypolimnion förekommer (Lehtonen, 1996). Artens sommarhabitat är alltså begränsade till hypolimnion i djupa sjöar och om de är grunda, till kalla fjällsjöar och vattendrag (Lehtonen, 1996). Näkten är överlag så djup att ett språngskikt och hypolimnion bör kunna bildas (Näsbygden ideell förening, 2011; Ingemar Näslund¹), vilket innebär att rödingen troligtvis kan uppehålla sig där sommartid och på så vis undvika för höga temperaturer. I takt med att temperaturen stiger minskar dock sannolikt antalet lämpliga sommarhabitat för rödingen. Det är till och med troligt att den redan har övergivit Näktens grundare och tidigare lämpliga habitat på grund av deras numer högre temperaturer. Färre habitat kan innebära ökad inomartskonkurrens (Guénard, 2012) och mellanartskonkurrens från exempelvis sik och lake (Amundsen et al., 2004; Knudsen et al., 2010) som till viss del delar rödingens nisch och habitat. Sammanfattningsvis bör temperaturökningen i sjön, i kombination med andra faktorer, ses som en möjlig orsak till minskningen av rödingbeståndet i Näkten. Kanske är det allra viktigaste konstaterandet att vattentemperaturen kommer att få en allt större betydelse i takt med att den globala temperaturen ökar.

Temperaturökning, utsättning av arter, konkurrens och predation

I Näkten beror förändrade konkurrens- och predationsförhållanden för rödingen troligtvis på temperaturökning i sjön och utsättning av nya eller ursprungliga fiskarter och näringsdjur (Ingemar Näslund¹). Lehtonen (1998) menar att den globala uppvärmningens effekter på andra fiskarter troligtvis är betydande för rödingens förekomst. Rödingens viktigaste konkurrenter och predatorer i norska sjöar är sik, öring, gädda, lake, storspigg och småspigg (Langeland, 1995). De fyra förstnämnda kan tillsammans med abborren anses vara viktiga konkurrenter och predatorer även i Näkten (Ingemar Näslund¹). Enligt (Lehtonen, 1998) har de alla högre temperaturoptimum än rödingen och enligt Baroudy & Elliott (1994) är rödingen den laxfisk som är mest känslig för höga sommartemperaturer. Artens

² Malin Bernhardsson, vattenhandläggare och projektledare i Life-projektet Triple Lakes, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

preferenstemperatur och temperatur för optimaltillväxt kan jämföras med gäddans som är 23-24°C respektive 21°C (Casselman, 1996). För laken gäller att preferenstemperaturen är omkring 14°C medan dess kritiska temperatur varierar mellan 27,1 – 31,7°C. Öringens temperatur för optimal tillväxthastighet är omkring 16°C och den verkar i likhet med rödingen föredra en betydligt lägre temperatur än den för optimal tillväxthastighet (Larsson, 2005). Röding och öring skiljer sig däremot åt genom att rödingen kan vara aktiv och tillgodogöra sig föda även vid låga temperaturer <1°C (Langeland et al., 1991). Med detta som bakgrund är det troligt att rödingen är den första av alla fiskarter att påverkas av ökad temperatur i Näkten.

Mellanartskonkurrens och predation

Gädda

Majoriteten av fiskarna uppfattade att gäddan har ökat i Näkten sedan 80-talet. Gäddan är en vanlig toppredator i boreala vatten som gränsar till subalpina regioner (Svärdson, 1976) medan rödingen ofta dominerar som toppredator i arktiska och subarktiska sjöar (Klemetsen et al., 2003a). Introduktion av gädda i grunda sjöar har i flera fall resulterat i att rödingen försvunnit (Filipsson & Svärdsson, 1976). Byström et al. (2007) undersökte effekter av gäddans invasion i ett ekosystem i en subarktisk sjö där rödingen tidigare varit toppredator och de menar att en kombination av gäddans konkurrens och predation är den mest troliga orsaken till rödingens försvinnande. Gäddan övergår vid tidigare ålder och vid mindre storlek till fiskdiet jämfört med rödingen och dess tillväxthastighet är högre (Mittelbach & Persson, 1998). Den är med avseende på alla egenskaper förknippade med fiskdiet (maxstorlek, gapets storlek, tidig hög tillväxthastighet och tidig övergång till fiskdiet) bättre anpassad än rödingen och kan därför betraktas som en mer effektiv toppredator (Mittelbach & Persson, 1998). Gäddans bättre anpassning till varmare klimat (Casselman, 1996; Larsson, 2005) medför att den har fördel framför rödingen vid temperaturökning i tidigare kalla vatten (Byström et al., 2007). Det finns också flera exempel på att de två arterna kan samexistera (Lehtonen, 1998). En positiv korrelation i täthet mellan arterna kan enligt Lehtonen (1998) möjligtvis förklaras av skilda nischer. Rödingen kan nyttja djupt vatten medan gäddan uppehåller sig i de grunda delarna av sjöar. Lehtonen (1998) framhåller att sjöns morfometri därför är avgörande för rödingens samexistens med andra predatorer som gädda och lake. Näktens djup och hypolimnion kan troligtvis fungera som tillflyktsort för rödingen under gäddans aktiva del av året. Troligt är dock att konkurrensen och predationsrisken från gäddan kvarstår under den tidiga hösten då rödingen gärna söker sig till de grunda delarna av sjön (Klemetsen et al., 2003b). I takt med att vattentemperaturen ökar försämras sannolikt rödingens förutsättningar samtidigt som gäddan under lång tid framöver kan komma att gynnas.

Öring

Resultatet i studien tyder på en ökning av öring i Näkten från 80-talet och framåt. Data från Länsstyrelsen i Jämtland visar dessutom på långvarig och omfattande utsättning av öring från 1947-2014 (Länsstyrelsen, 2016a). I sjöar där öring och röding samexisterar och där de är ensamma om att tillhöra den högsta trofinivån, dominerar öringen den litorala zonen under vår och höst (Langeland *et al.*, 1991). Rödingen måste då röra sig till profundalen och pelagialen (Klemetsen *et al.*, 2003b). Under hösten och vintern förändras förhållandet till att rödingen utnyttjar också de grunda delarna av en sjö. Troliga orsaker är bättre tillgång till byten, lägre predation och konkurrens samt bättre ljusförhållanden under isen och snön än på djupt vatten (Klemetsen *et al.*, 2003b). Rödingen har under höst och vinter fördel gentemot öringen eftersom den kan vara aktiv och tillgodogöra sig föda även vid låga temperaturer ($<1^{\circ}\text{C}$) (Langeland *et al.*, 1991). Elliott & Elliott (2010) menar att små temperaturökningar ($<2,5^{\circ}\text{C}$) under vinter och vår kan påverka tillväxten hos 1-årig öring positivt. En ökad vattentemperatur i Näkten, särskilt under sen höst och tidig vår skulle möjligtvis kunna gynna arter som inte tidigare varit aktiva på grund av låg temperatur. Öring och gädda är exempel på sådana arter. Det skulle i sin tur kunna innebära att rödingen trängs undan från litoralen och den gynnsammare födotillgången en större del av året än tidigare. Sandlund *et al.* (2013) menar att låg täthet av röding och låg individuell tillväxt skulle kunna förklaras just av att rödingen begränsas till de habitat med sämst energitillgång då den undviker predation i habitat med tillgång till bättre föda. Det är inte möjligt att uttala sig om den enskilda påverkan från örings konkurrens och predation i Näkten. Det bör däremot tas i beaktning hur den tillsammans med andra faktorer kan bidra till att rödingen missgynnas. Utifrån detta bör det också diskuteras om fortsatta utsättningar av öring är lämpliga om det främsta målet nu är prioritera bevarandet av Näktens röding.

Sik

Sik beskrevs av flera fiskare som trolig konkurrent till rödingen i Näkten. En av dem skrev om ökning av ett flertal arter och då i huvudsak sik så att det uppstår konkurrens om föda under rödingens första år (Tabell 2). Det finns flera exempel på att rödingbestånd minskat eller förvunnit i samband med introduktion av sik (Musetth *et al.*, 2007; Sandlund *et al.*, 2013). Mellan 1850 och 1960 introducerades sik aktivt på omkring 150 lokaler i Norge (Sandlund *et al.*, 2013). Antalet ursprungliga sikpopulationer var omkring 350 innan introduktionens början medan de i dagsläget är ungefär 900 (Sandlund *et al.*, 2013). Sandlund *et al.* (2013) anger flera troliga orsaker till sikens lyckade etablering; att norska oligotrofa sjöars miljö passar siken i många avseenden, att siken är en ekologisk generalist som kan utnyttja många typer av habitat och byten och att introduktionerna av sik gjordes i sjöar med förhållandevis artfattiga förhållanden eller sjöar tomma på fisk. I de sjöar som hyste fisk anses den tydligaste och mest negativa effekten avseende biologisk mångfald vara effekten på rödingen (Sandlund *et al.*, 2013). Svärdson (1976) framhåller att introduktionen av sik i rödingsjöar alltid har negativ effekt på rödingen. Det faktum att siken i likhet med rödingen kan utnyttja flera habitat och flera typer av föda (Klemetsen *et al.*,

2003b; Amundsen et al., 2004) gör den till en potentiellt stark konkurrent till rödingen. Den kan precis som rödingen uppehålla sig i littoral, pelagial och profundal zon och livnära sig på både zooplankton och zoobentos (Amundsen et al., 2004). Det finns också exempel från Skandinavien på hur sik och röding kan samexistera i sjöar där de båda är ursprungsarter (Sandlund et al., 2010). Sandlund et al. (2010) menar att permanent samexistens endast är möjlig i djupa sjöar med stor hypolimnion dit rödingen kan ta sin tillflykt och undvika konkurrens från siken, som i dessa fall uppehåller sig i littoralen och den övre delen av pelagialen. Detta stöds av (Svärdson, 1976) som menar att hypolimnion fungerar som fristad för rödingen både avseende konkurrens och varma sommartemperaturer. I vissa fall har konkurrenskraftiga arter som harr och abborre kunnat förhindra sikens dominans och därmed bidra till minskad konkurrens för rödingen och livskraftiga bestånd för denna (Sandlund et al., 2010; Eloranta et al., 2011). På grund av sikens preferens för varmare temperaturer och bättre förmåga att äta zooplankton kommer den trots detta sannolikt ha fördel gentemot rödingen vid fortsatt temperaturökning, framför allt i en sjö utan hypolimnion (Svärdson, 1976). I Näkten gjordes ett flertal utsättningar av sik under 50 - talet (Länsstyrelsen, 2016a) och det är troligt att rödingbeståndet påverkades negativt redan då. Att studiens resultat tyder på en ökning av sik sedan 80-talet talar också för att den via konkurrens kan ha påverkat rödingen i allt större grad med tiden. Även om vissa djupa delar av sjön kan fungera som fristad för rödingen finns en möjlighet att andra grundare delar kan ha påverkats genom ökad temperatur och konkurrens från sik. Museth et al. (2007) har visat att systematisk exploatering av sik åtföljdes av en signifikant ökning hos en rödingpopulation och därmed möjliggjort samexistens mellan arterna. De betonar att det krävs en mycket stor fiskeansträngning för att upprätthålla situationen över tid (Museth et al., 2007). Systematisk exploatering av sik skulle kunna vara lämplig som skötselåtgärd för att gynna rödingen i Näkten och bör undersökas vidare.

Lake

Fiskarnas uppfattning om lakens förekomst i Näkten efterfrågades inte specifikt i studien eftersom fiske av lake i Näkten är sällsynt enligt Ingemar Näslund¹. Det finns dock ändå anledning att diskutera laken som möjlig konkurrent och predator i sammanhanget (Ingemar Näslund¹). Flera fiskare skrev kommentarer om laken som möjlig orsak till minskning av rödingbeståndet. En av dem menade att laken tillsammans med sik och harr kan ha bidragit till minskningen (*Tabell 2*). En annan fiskare skrev att speciellt lake och abborre har ökat de sista åren, som en följd av temperaturökning i sjön (*Tabell 2*). Då rödingen i konkurrens med många andra arter kan komma undan genom att uppehålla sig i profundalen och födosöka längs botten är situationen motsatt när det gäller konkurrens och predation från laken. Laken är i huvudsak bentivor och kan födosöka på både grunt och djupt vatten

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

(Knudsen et al., 2010). Den lever liksom rödingen i profundalen under vår, sommar och höst (Klemetsen et al., 2003b; Sandlund et al., 2013). I sjöar där laken och rödingen lever i sympatri och tätheten av lake är hög har hela rödingpopulationer tvingats från bottenzonen för att utnyttja enbart den fria vattenmassan (Knudsen et al., 2010). Vid låg täthet eller frånvaro av lake har rödingen istället visat sig utnyttja bottenzonen i littoralen för födosök (Knudsen et al., 2010). Knudsen et al. (2010) redovisar att små rödingar utsätts för högt predationstryck från lake längs bottenzonen. Sandlund et al. (2013) motsäger detta när de genom stabil isotop-analys redovisar att lake varken har prederat på mindre rödingar eller rödingägg i en sjö där båda arterna förekommer. De menar trots detta att laken som potentiell fiskätare och utnyttjare av samma profundala habitat kan påverka förekomsten av röding negativt. Lakens preferenstemperatur skiljer sig bara ett par grader från rödingens 11°C (Hofmann & Fischer, 2002; Larsson, 2005) vilket skulle kunna betyda att en temperaturökning i Näkten kan påverka även laken negativt. Lakens kritiska temperatur är däremot betydligt högre (27,1 – 31,7°C) än rödingens (Hofmann & Fischer, 2002; Larsson, 2005) och kan därför anses vara mer temperaturtålig. I Näkten har troligtvis de båda arterna fortfarande möjlighet att tillväxa och reproducera sig tack vare sjöns djupare delar med kallare temperaturer (Näsbygden ideell förening, 2011; Ingemar Näslund¹). Att laken sannolikt kan klara en temperaturökning bättre och dessutom har förmåga att konkurrera ut rödingen från bottenzonen bör ändå ses som en möjlig bidragande orsak till minskningen av Näktens rödingbestånd, framför allt i kombination med konkurrens från andra fiskarter.

Abborre

En fiskare skrev om att abborren har ökat mycket de sista 15-20 åren som en följd av temperaturökning och som möjlig orsak till minskning av rödingbeståndet i Näkten (*Tabell 2*). Abborren är potentiellt en stark konkurrent till rödingen, både genom att den är en effektiv predator på zooplankton och för att den kan utnyttja både littorala och pelagiska habitat (Sandlund et al., 2013). Den är också betydande predator på små rödingar och det är därför troligt att rödingens habitatval påverkas av predationen (Sandlund et al., 2013). Rödingen kan ta sin tillflykt till profundalen för att undvika abborrens, gäddans och öringens konkurrens (Lehtonen, 1998; Klemetsen et al., 2003b; Knudsen et al., 2010) men kommer där istället att påverkas av konkurrens och predation från lake (Knudsen et al., 2010) och sik (Museth et al., 2007). I den norska sjön Skasen undersöktes utnyttjande av habitat, storlek och tillväxtmönster hos röding vid konkurrens med lake, mört och den i sjön dominerande abborren (Sandlund et al., 2013). Sjön har likt Näkten ett maxdjup omkring 50 m (Sandlund et al., 2013, Näsbygden ideell förening, 2011). Resultat från Skasen visar på att rödingen under juni-september uppehöll sig i pelagialen och profundalen medan den under lekperioden i oktober återfanns på 0-2 m i littoralzonen. Analyser med hjälp av stabila isotoper (vilka används som indikatorer på födoval) indikerar att predationstrycket från abborre är högt på alla fiskarter som delar habitat med denna. Att rödingen återfinns i pelagial och profundal sommartid kan visa på en kombination av interaktiv segregation mellan röding och abborre. Även gällande konkurrensen från

abborre kan en lägre täthet av röding och dess låga individuella tillväxt möjligtvis förklaras av att rödingen begränsas till habitat med sämst energitillgång, då den undviker predation och konkurrens från abborre i habitat med bättre energitillgång (Sandlund et al., 2013). Enligt Strand et al. (2011) ökar abborrens tillväxthastighet från 8-23°C och reducerades vid 27°C. I likhet med gäddan gynnas därför troligtvis abborren i Näkten av en stigande vattentemperatur medan rödingen missgynnas.

Pungräka (Mysis relicta)

Ingen av fiskarna angav introduktion av *Mysis relicta* (pungräka) som bidragande orsak till minskning av rödingbeståndet. Eftersom introduktionen av arten i Näkten har tagits upp som möjlig orsak i flera sammanhang (Gönczi, 1970; Ingemar Näslund¹) diskuteras den här. Syftet med införandet av *Mysis relicta* i flera svenska sjöar 1964-1966 var att gynna rödingbestånden i sjöar som påverkats av vattenkraftsexploatering (Fürst, 1966). I Sötvattenslaboratoriets rapport ”Effekter av introduktion av *Mysis relicta* i reglerade sjöar i Sverige” (Fürst et al., 1984) utvärderas introduktionerna. Här konstaterades först och främst att introduktionerna av *M. relicta* hade inneburit en total omvälvning av sjöarnas ekosystem. De fann bland annat att arten har en mycket varierad diet och att den effektivt fångar större zooplankton, vilket innebär konkurrens med framför allt ung röding som är zooplanktonätare. Tanken med introduktionen var att *M. relicta* skulle utgöra ett lämpligt näringsdjur för röding med betydligt större energiinnehåll per individ än zooplankton. För arter som födosöker längs botten tycks så vara fallet. Rödingen visade sig dock föredra zooplankton i den fria vattenmassan och kunde troligtvis bara fånga *M. relicta* mot bottenunderlaget. I utvärderingen anges de tydligaste och viktigaste komponenterna ha varit att *M. relicta* helt enkelt konkurrerar med den pelagiska fisken om föda istället för att själv bli dess viktigaste föda. *Mysis relicta* kom istället att utgöra en energiförlust i näringskedjan med resultatet att den pelagiska rödingen och planktonsiken minskade kraftigt. Författarna till rapporten diskuterar också att bentiska rödingar borde ha gynnats men påtalar samtidigt att de troligtvis indirekt påverkats negativt genom att *M. relicta* medför en ökning av öring (Fürst et al., 1984). Rödingen är enligt Filipsson & Svärdsson (1976) känslig för öringens predation.

Konkurrerande arters sammanlagda påverkan

Hur mycket de enskilda arterna påverkar rödingbeståndet i Näkten är svårt att fastställa. Genom att applicera forskningen om de olika arterna på Näkten kan jag däremot konstatera att alla arterna tillsammans överlappar rödingens nisch och habitat på något sätt. Alla fiskarterna är dessutom både konkurrenskraftigare och mer toleranta mot högre temperaturer. En sannolik temperaturökning sedan 60-talet och utsättningar av flera arter talar för att konkurrensen från alla arter har ökat och att de tillsammans är en starkt bidragande orsak till minskning av Näktens rödingbestånd. Temperaturökning kan inte påverkas på kort sikt. Kanske

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

är det möjligt att bidra till lägre konkurrens för rödingen genom att avstå från ytterligare utsättning av möjliga konkurrenter så som *M. relicta* och öring, eller genom att bedriva systematisk exploatering av dominerande arter som sik. De konkreta skötselåtgärdernas lämplighet för rödingbeståndet i Näkten bör därför värderas och undersökas vidare.

Fiske

Resultatet i studien tyder på att rödingarnas storlek har minskat sedan omkring 50-talet. Som orsak till minskning i rödingbeståndet totalt sett angav majoriteten av de fiskande att skattefiske på lekgrund har stor betydelse. Flera fiskare lämnade också kommentarer om skattefiske. En av dem beskrev skattefiske som rovfiske som snarast bör upphöra (Tabell 2) medan en annan skrev att det kanske har haft en mindre påverkan (Tabell 2). Färre av fiskarna angav att sportfiske kan vara en orsak till minskningen av rödingbeståndet men en av dem beskrev det som rovfiske när trolling, en fiskemetod med exempelvis 10 spön används (Tabell 2). Ytterligare en fiskare beskrev att minskningen av rödingbeståndet i Näkten troligtvis beror på många faktorer. Han nämnde i samband med detta att nätfisket och utterfisket i princip helt har försvunnit och att dagens fiskare i huvudsak är trollingfiskare som är ute efter öring, röding och på senare tid gädda (Tabell 2). I Sveriges andra största sjö Vättern gjordes en omfattande studie med både teoretisk och empirisk analys över förmodade orsaker till rödingens nedgång (Setzer, 2012). Setzer (2012) skriver att överfiske har föreslagits vara huvudorsaken till rödingens kollaps i Vättern. Teorin stöds av resultatet i studien som visar att fisket haft en negativ påverkan på rödingen (Setzer, 2012). Det är känt att fiske av röding i Vättern har bedrivits sedan medeltiden (Degerman, 2003) men att det under lång tid bara var en sidosysselsättning för jordbrukare. Först under andra halvan av 1800-talet tros en signifikant effekt på rödingbeståndet ha etablerats genom att fisket intensifierades. Det var då de första yrkesfiskarna etablerade sig. Trycket på rödingen ökade sedan alltmer genom allt större antal fiskare, införsel av motoriserade fiskefartyg och effektivisering av nätfiske ända fram till 1950-talet (Länsstyrelsen, 2005). Under 1960-talet kunde tydliga effekter av fisket observeras. Konstaterade effekter var att de kommersiella fångsterna minskat, att medelåldern i fångsten sjunkit och att medelvikten på fångad röding minskat (från 1,16 kg 1954 till 0,70 kg 1968). Minimimåttet för röding i Vättern har stegvis höjts från 36 cm 1960 till 38 cm 1975, 45 cm 2005 (Länsstyrelsen 2005) och 50 cm 2007 (Sandström et al., 2009). Setzer (2012) menar att denna statistik i kombination med den kända storleken för könsmognad hos röding är mycket viktig. Kombinationen tyder på att få stora individer fångades trots hög fiskeintensitet och att de flesta rödingarna i Vättern under 1900-talet fångades innan de hade möjlighet att reproducera sig. Filipsson (2003) redovisar att medelvikten hos röding var signifikant högre i en fjällsjö med begränsat fiske än i en fjällsjö där sportfisket var omfattande. Rödingarna var också längre och äldre i sjön med det begränsade fisket. Han menar att medelvärdena för rödingens ålder och storlek blir mindre genom att endast de stora, snabbväxande individerna fiskas (Filipsson, 2003). I Näkten har inget kommersiellt fiske bedrivits men vid sjön finns en lång tradition av rödingfiske

för eget bruk och intresse (Ingemar Näslund¹). Då inga långa tidsserier för data gällande fisket i Näkten har funnits tillgängliga under studiens genomförande och då varken provfiske eller systematisk dokumentation av fiskemetoder har genomförts, är ett säkert uttalande om fiskets effekter på rödingsbeståndet i Näkten inte möjligt. Med bakgrund av tidigare forskning på området är fisket i Näkten dock en trolig bidragande orsak till den förmodade minskningen. Vetskap om fiskets påverkan på individernas ålder och vikt i andra rödingbestånd (Filipsson, 2003; Länsstyrelsen, 2005) talar dessutom för att fisket i Näkten kan ha bidragit till rödingarnas minskade storlek. I en åldersanalys av rödingar från Näkten som gjordes av åldersbestämmare Olof Filipsson vid Sötvattenslaboratoriet i Stockholm 1979 framgår att 3- och 4-åriga rödinghonor, med en längd av minst 30 cm bar på rom (Filipsson, 1979). Av det drar jag slutsatsen att Näktens röding kan bli könsmogen åtminstone så tidigt som vid 3 års ålder och vid en storlek på minst 30 cm. Jag tar i beaktning att det kan finnas könsmogna individer vid ännu lägre ålder och med kortare kroppslängd. Minimimåttet för röding i Näkten är idag 30 cm (Åke Falk³) vilket innebär att fisken kan hinna bli könsmogen och eventuellt fortplanta sig innan den fångas. Det finns också en risk att den bara hinner reproducera sig ett fåtal gånger eller att den inte hinner reproducera sig alls. Flera fiskare beskrev att de tror skattefisket har stor betydelse för minskningen av rödingbeståndet, framför allt för att det direkt hindrar lekande fiskars reproduktionsframgång. Då skattefiske i modern tid är en ovanlig förekomst har inga nyligen genomförda studier funnits över dess effekter på rödingbestånd i andra sjöar. Jag kan därför inte heller gällande skattefiskets enskilda påverkan göra något säkert uttalande. Eftersom konsekvensen inte är känd och eftersom det är troligt att skattefisket tillsammans med andra faktorer påverkar rödingbeståndet i Näkten är rekommendationen att det bör upphöra med hänvisning till försiktighetsprincipen. Principen avspeglas i flera av de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken (SFS 1998:808) och betyder att redan risken för miljöskada ska beaktas (Michanek och Zetterberg, 2012). En vetenskaplig osäkerhet kring om en miljöskada kan uppstå eller inte får enligt (Michanek och Zetterberg) inte hindra att ett miljörättsligt krav ställs i preventivt syfte.

Fredning av röding

Här diskuteras ett exempel på fredning av röding i Vättern. Vättern har klassats som riksintresse för yrkesfisket (Thörnqvist, 2006) och stora delar av den är likt Näkten klassade som Natura 2000-område (Vätternvårdsförbundet, 2008; Länsstyrelsen 2006). På grund av sämre fångster av röding och sik i Vättern beslutade Fiskeriverket år 2004 om införandet nya förvaltnings- och fiskeåtgärder för att stärka bestånden av dessa arter (Sandström et al., 2009). Resultatet av var att fångsterna av röding hade ökat signifikant i sjön som helhet under 2006-2007 då de nya åtgärderna införts jämfört med 2005, innan införandet av åtgärderna. En av åtgärderna var införandet av totalfredning, vilket innebär att allt fiske

¹ Ingemar Näslund, vattenhandläggare vid vattenenheten, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

³ Åke Falk, kontaktperson Näktens fiskevårdsområde. Telefonsamtal 2016-05-26.

stoppas. Den totala ytan för totalfredningen på 250 km² (15% av sjöns hela yta) fördelades på tre större områden, jämnt mellan sjöns norra, mellersta och södra delar. Områdena valdes ut i samråd med fiskets intressenter och inkluderade alla tidigare viktiga lokaler för fisket efter röding och sik. Två av områdena var lekområden för rödingen. Utöver totalfredning infördes också nya regler för fisket i övriga områden. Några av dessa var att lekfredningen utökades geografiskt och i tid genom att gälla från 15 september till 15 december, att bottensatta nät på djup större än 30 m skulle vara minst 60 mm i stolpe och att minimistorleken för röding höjdes från 45 cm till 50 cm, som från och med 1 juli 2007 är det gällande minimimåttet. Riktade provfisker genomfördes både inom och utanför fredningsområdena under 2005, innan införandet av reglerna och 2006-2007, efter införandet av reglerna (Sandström et al., 2009).

Information och data om fiskets historia vid Näkten kan inte jämföras med Vätterns mycket noggrant dokumenterade historia. Då inga systematiska undersökningar hittills har gjorts av fisket i Näkten rekommenderar jag provfiske av röding som åtgärd. Det skulle fungera som utgångsstatus vid en utvärdering av eventuella skötselåtgärder och kunna ge underlag för undersökning av rödingarnas tillväxt, nischskifte och födopreferenser. Säkrare uppgifter om ålder och storlek vid könsmognad hos Näktens röding skulle erhållas. Tillväxten hos rödingarna i Näkten skulle kunna jämföras med den hos rödingar i en sjö där fisket är begränsat enligt Filipsson (2003). Möjligtvis skulle det ge en bättre bild av fiskets påverkan. Efter att en referensnivå erhållits skulle olika grad av fredning av röding som åtgärd kunna övervägas.

Vattenreglering

Flera fiskare ansåg att vattenregleringen av Näkten är en betydande orsak till den totala minskningen av rödingbeståndet. En av kommentarerna som lämnades var att en sänkning av sjön under vårvinter medför att is kommer i kontakt med rommen (*Tabell 2*). Näkten regleras sedan 1940 med en amplitud av 1,27 m (Länsstyrelsen, 2006). En rad olika naturliga funktioner kan påverkas av den mänskliga regleringen, inte bara fluktuationernas amplitud utan också tajmingen för minimum- och maximumnivåer samt hastigheten för vattennivåernas sänkning eller höjning (Wantzen et al., 2008). Milbrink et al. (2011) undersökte hur rödingars tillväxt påverkades av vattenreglering i subalpina sjöar i norra Sverige. Rödingar samlades in genom provfisker i åtta oreglerade och nio reglerade sjöar, varav några ingick i Indalsälvens avrinningsområde i Jämtland. Provfisket pågick från 1936 till 2007. De utvalda sjöarna dominerades i huvudsak av röding och öring eller bara röding. Fiskets påverkan kunde klassas som lågt. Därför var vattenreglering den huvudsakliga mänskliga störningen i dessa ekosystem. Resultatet i Milbrink et al. (2011) visar att rödingarnas storlek hade minskat avsevärt i de reglerade sjöarna. Minskningen i tillväxt började tidigare än 10 år efter uppdamningen och fortsatte genom hela undersökningsperioden utan tecken till återhämtning. Medelvikten var så mycket som 49% lägre efter 10-38 år och 72% lägre 40-65 år efter regleringens början. Motsvarande siffror var för de oreglerade sjöarna 20% respektive 35%. Milbrink et al. (2011) föreslår att

minskningen i tillväxten hos röding beror på fördämning som orsakat erosion och förlust av litorala ekosystem samt en fördröjning av översvämning och näringsläckage från strandzonen till efter växtsäsongen. Det resulterar i sin tur i försämrad ekosystemproduktion och ökad oligotrofiering. Teorin om förändring av ekosystemproduktion och oligotrofiering stöds av Zohary & Ostrovsky (2011) som undersökt vattenregleringens effekter på ekosystem i djupa sjöar (def. sjöar med stratifiering). Zohary och Ostrovsky (2011) menar att effekterna av vattennivåfluktuationer bara är synliga i litoralzonen men att påverkan sker av hela sjöars ekosystem. Litoralzonen lyfts fram som en mycket viktig komponent i sjöarnas ekosystem. Tack vare den fysiska strukturens variation har litoralzonen mycket större diversitet av habitat än vad den fria vattenmassan har och tenderar dessutom att ha högre bioproduktion. Zonen fungerar som refug för många bytesorganismer och används ofta som lekplats för fiskar. De många arter vars habitat utgörs av litoralzonen har anpassat sig till de naturliga vattenfluktuationerna och därför innebär en ändring i regimen en uppenbar stress för dessa (Zohary & Ostrovsky, 2011). Wolcox & Meeker (1992 se Zohary & Ostrovsky, 2011) redovisar att både större (2,7m) och mindre (1,1 m) fluktuationer än de naturliga vattenfluktuationerna (1,6 m) i nordliga sjöar i Minnesota, USA resulterade i minskad artdiversitet av makrofyter med följd påverkan på övrig biota. Bland annat minskade invertebraternas habitat i litoralzonen vilket innebar minskad tillgång på föda för fiskar och fåglar. Vidare redovisar författarna att hypolimnions utbredning minskar med lägre vattennivå. Zohary och Ostrovskys (2011) slutsats är att onaturliga vattenfluktuationer kan påverka ekosystemen på många plan och att litoralzonen är avgörande för djupa sjöars funktion. Författarna framhåller också att vidare forskning på effekter i djupa sjöar är nödvändig för framtida arbete med den typen av vattenmiljöer (Zohary & Ostrovsky, 2011). Gönczi (1970) redovisar ett prägningförsök på röding i Näkten. Redan på 70-talet skriver han att det sedan gammalt registrerats en kraftig fluktuation i rödingbeståndet. Hans uppfattning då, var likt den idag, att orsakerna till beståndets tillbakagång förmodligen var många. Enligt honom fanns ett flertal exempel på utebliven reproduktion hos röding i norrländska sjöar och han anger att huvudorsaken bör vara artens speciella krav på lek- och kläckningsunderlag, djup, ljusklimat och temperatur. Gönczi (1970) kunde inte säkert fastställa regleringens effekt på rödingbeståndet som helhet men konstaterade en säker negativ påverkan på rödingens lekplatser i Näkten då de i huvudsak var belägna omkring regleringens sänkningsgräns. I de upprepade försöken visade det sig att rödingarna lekte på näst intill identiska djup 0,8-1,2 meter. En av de erfarna fiskarna i den här studien skrev att några grunda lekplatser är i farozonen om avtappningen är för stor i februari och mars (Tabell 2). Nivån för sänkningsgränsen nås i mitten på mars och består till slutet av april (Vattenregleringsföretagen, 2015). Jag anser att det finns en klar risk att rom förekommer på grunden när lägsta vattennivå nås eftersom rödingen kläcker under våren (Kullander, 2012). För att säkrare kunna uttala sig om detta behöver tiden för kläckning och yngelutveckling fastställas. Regleringsamplituden i Näkten (1,27m) kan anses som liten och likna nivån för den naturliga fluktuationen. Rytmen för regleringen stämmer däremot inte med den naturliga

fluktuationens. Att Näktens ekosystem kan ha påverkats sedan införandet av regleringen 1940 är mycket troligt och regleringen bör ses som en potentiellt stark bidragande faktor till rödingbeståndets minskning över tid.

Jord- och skogsbruk

En av fiskarna skrev gällande jordbruk att viss övergödning förekommer men då mest i norra delen av sjön. Under 80-talet var det till exempel badförbud i Månstaviken på grund av förorenat vatten (*Tabell 2*). En annan av dem menade att skogsbruket har viss påverkan på biotopen då avverkning sker mot sjönära partier (*Tabell 2*). Länsstyrelsen (2006) anger tänkbara källor till förändring i Näktens vattenmiljö. Näringsläckage från omkringliggande jordbruksmark och kommunala avlopp tillsammans med läckage av humusämnen som följd av skogsbruket är troliga påverkansfaktorer (Länsstyrelsen, 2006). Gönczi (1970) uppger att endast okulära bedömningar kunde göras gällande slam på lekgrunden vid präglingförsöken under 1960-talet. Han skriver dock att det är en fördel om lekunderlagets struktur är grov eftersom sprickorna mellan skiffer och klappersten tenderar att fyllas med slam. Om slammet till största del består av organiskt material som förbrukar syre vid dess nedbrytning försämras rommens chans att utvecklas (Gönczi, 1970). Information om var rödingens nuvarande lekplatser finns tillsammans med en mer omfattande undersökning av struktur och grad av humusämnen på dessa, skulle kunna ge en bättre bild av skogs- och jordbrukets direkta påverkan på lekgrunden. Länsstyrelsen (2013) uppger att näringshalten i form av kväve och fosfor i Näkten klassas låg till medel och att den tillfälligtvis är högre än acceptabla nivåer, vilket kan indikera risk för partiell eutrofiering. Effekter av eutrofiering, så som ökad vasstillväxt och algtillväxt kan påvisas lokalt i Näkten (Malin Bernhardsson²). Det finns en osäkerhet i hur känsliga naturligt näringsfattiga sjöar är för ökade halter av näringsämnen (Malin Bernhardsson²). För att kunna säga mer om hur mänskliga aktiviteter som jord- och skogsbruk faktiskt bidrar till eutrofiering i dessa typer av sjöar skulle därför vidare undersökningar på området behöva göras.

Slutsats

Faktorer som temperaturökning och utsättning av arter har i många fall medfört ökad konkurrens och predation för rödingen. I den här studien visar jag att det är mycket möjligt att det även gäller rödingen i Näkten. Sjöns morfometri är avgörande för om arten ska kunna samexistera med andra arter och för om den ska överleva pågående temperaturförändringar. Hypolimnion och dess kallare vatten i Näkten kan förmodligen fungera som refug under de nu allt varmare sommarmånaderna. Det är därför osäkert hur mycket rödingens fysiologi hittills har påverkats. Temperaturökning i sjön får i vilket fall ses som ett hot som blir mer aktuellt allteftersom den globala temperaturen ökar. Tidigare forskning om vattenreglering och fiske visar tydligt att det är två mänskliga aktiviteter som kan

² Malin Bernhardsson, vattenhandläggare och projektledare i Life-projektet Triple Lakes, Länsstyrelsen i Jämtland. Telefonsamtal och personlig kontakt 22 mars till 3 juni.

medföra drastiska förändringar av rödingbestånd. Sammanfattningsvis är alla undersökta orsaker starka potentiella hot mot rödingbeståndet i Näkten. Även om det är svårt att fastställa varje enskild faktors påverkan vågar jag påstå att de alla tillsammans kan ha bidragit till en minskning av Näktens rödingbestånd. Vi kan inte förhindra temperaturökningen på kort sikt men vi kan möjligtvis öka rödingens motståndskraft genom att påverka övriga faktorer och på vis bevara den på så många sätt viktiga och omtyckta fisken i Näkten.

Erkännanden

Jag vill tacka alla som hjälpt mig under examensarbetets gång. Tack till alla fiskare för bidrag med viktig kunskap och erfarenhet, till Alfred Sandström för handledning och värdefull återkoppling hela vägen, till Malin Bernhardsson, Ingemar Näslund och Pierre Samuelsson för hjälp med utformning av enkäten samt tips och råd i flera omgångar. Tack till Näktens FVOF för hjälpen med att hitta deltagare och tack till Hugo Persson för det stora stödet vid dataanalysen.

Studiens giltighet

Här diskuterar jag separat vilka åtgärder som vidtagits och vilka överväganden som har gjorts för att kunna motivera studiens giltighet. Aspekter som diskuteras är validitet, reliabilitet, urval, neutralitet och etiska aspekter.

Validitet

Med en studies validitet menas dess förmåga att undersöka det som ämnas undersökas. I en enkätundersökning har varje fråga en validitet. En fråga med hög validitet ska ha inget eller litet systematiskt fel (Ejlertsson, 2014). I denna studie har fråga 6-12 litet eller inget systematiskt fel. Endast en respondents svar var ofullständigt i fråga 7 och fråga 10. Gällande fråga 1-5 gjordes viss komplettering över telefon. Det kan exempelvis tyda på att frågan var för komplicerad eller tidskrävande (Ejlertsson, 2014). Vid diskussion över telefon kunde frågorna dock besvaras tillfredställande. Gällande svaren i fråga 1-5 är det troligt att respondenterna hade klarare uppfattning om de senaste årtiondena än om de tidigare. Ejlertsson (2014) poängterar att människor i allmänhet minns händelser i närtid bättre än händelser för länge sedan. Fråga 5 gäller rödingbeståndets förändring kopplad till årtionden. Här finns en möjlighet att den stora andel som svarade ”stabil” under de första årtiondena gjorde detta för att de inte minns en förändring från den tiden. Det finns alltså en större osäkerhet i svaren för tidiga årtionden. Det finns dock anledning att tro att respondenterna minns tillräckligt väl från 80-talet och framåt. Andelen ”vet ej” är från och med då högst 30 procent. Den teorin styrks av att majoriteten av fiskarna började fiska på 70-talet eller tidigare. Det möjliggör ett mer tillförlitligt uttalande om en förändring från 80-talet och framåt. Detsamma gäller fråga 1-4. Överensstämmelsen är mycket hög mellan fråga 5 och 6 (100 %) samt fråga 5 och 7 (95 %) som till viss del avser mäta samma sak. Det tyder på att respondenterna har tolkat frågorna som tänkt och visar på hög validitet i dessa frågor.

Reliabilitet

Reliabilitet beskriver tillförlitligheten i ett frågeinstrument. Det innebär att frågorna ska vara så stabila att respondenterna ger samma svar om samma frågor ställs vid upprepade tillfällen. Överensstämmelsen i svaren på fråga 5 och 6 samt fråga 5 och 7 kan till viss del visa att respondenterna har samma uppfattning om förändringen av rödingbeståndet i olika frågor. Det kan möjligtvis bidra till högre reliabilitet. För hög reliabilitet krävs också att svaren är desamma oberoende av vem som deltar i undersökningen eller i vilket sammanhang den genomförs (Ejlertsson, 2014). Då frågorna i undersökningen i hög grad har besvarats korrekt av 21 olika personer i deras egenvalda sammanhang, kan slumpvariationen antas vara låg och reliabiliteten hög.

Urval

Om undersökningsresultaten ska vara generaliserbara måste urvalet göras korrekt. Urvalet ska kunna representera den population som avses undersökas (Ejlertsson, 2014). I studien valdes ändamålsenligt urval. Det valdes för att så många som möjligt av respondenterna skulle ha den erfarenhet av fiske i Näkten som krävdes för att kunna besvara frågorna. Antalet fiskare som uppfyllde kriterierna var begränsat och antalet tillfrågade skulle kunna anses som få (Ejlertsson, 2014). Att en stor del av den totala populationen ”fiskare med tillräcklig erfarenhet av fiske i Näkten” troligtvis har tillfrågats och deltagit talar däremot för att resultatet är generaliserbart för populationen.

Neutralitet

För resultatets tillförlitlighet är det viktigt att den som genomför undersökningen inte påverkar resultatet i någon riktning (Ejlertsson, 2014). Flera åtgärder vidtogs för att minimera denna typ av påverkan. Frågorna ställdes neutralt, exempelvis genom att ge svarsalternativ för minskat, ej förändrats eller ökat. I foljebrevet betonades undersökning av en möjlig förändring i rödingbeståndet i stället för fokus på en förmodad minskning eller ökning. Jag som undersökare var vid telefonkontakt noggrann med att inte nämna några teorier om bakomliggande orsaker utan att respondenten själv nämnt dessa. Jag var också noggrann med att respondenten själv skulle välja alternativ vid komplettering av fråga 1-5. Eftersom urvalet inte är slumpmässigt är det också viktigt att diskutera de deltagandes påverkan av varandras uppfattningar. Deltagarna valdes ut bland annat av medlemmar i Näktens fiskevårdsområdesförening vilket innebär att ett fåtal personer kunde påverka vilka som deltog. Många deltagare har känt varandra under lång tid och har fisket som gemensamt intresse. Det kan innebära att de har delat sina uppfattningar med varandra och att kultur och känslor kan ha påverkat resultatet. För att minimera denna typ av påverkan i enkätens svar tydliggjordes meningen med studien och vikten av ett tillförlitligt resultat. Respondenterna ombads att besvara enkäten ensamma utifrån deras egen uppfattning. Den undersökta populationen var sportfiskare. Därför är resultatet för ”sportfiske”, som orsak till rödingbeståndets negativa förändring i status, troligtvis starkt påverkat. Alla möjliga orsaker till rödingbeståndets negativa statusförändring har tagits i beaktning genom fokus på vetenskaplig litteratur i frågan.

Etiska aspekter

I studien togs hänsyn till etiska aspekter genom tydlig information till deltagarna om deras rättigheter. Jag som undersökare var vid telefonsamtal tydlig med att fråga om de ville prata med mig om enkätens frågor för att få deras godkännande.

Referenslista

- Amundsen, P. A., Knudsen, R., Klemetsen, A. & Kristoffersen, R. (2004). Resource competition and interactive segregation between sympatric whitefish morphs. *Annales Zoologici Fennici*, 41(1), pp 301–307.
- Baroudy, E. & Elliott, J. M. (1994). The critical thermal limits for juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology*, 45(6), pp 1041–1053.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), pp 365–377.
- Byström, P., Karlsson, J., Nilsson, P., Van Kooten, T., Ask, J. & Olofsson, F. (2007). Substitution of top predators: effects of pike invasion in a subarctic lake. *Freshwater Biology*, 52(7), pp 1271–1280.
- Casselman, J. M. (1996). Age, growth and environmental requirements of pike. In: Craig, J. F. (Ed) *Pike*. pp 69–101. Springer Netherlands. (19). ISBN 978-90-481-4006-0.
- Degerman, E. (2003). *Vätterns fiskar och fiske i backspeglan*. (Rapport 62). Vätternvårdsförbundet.
- Ejlertsson, G. (2012). *Statistik för hälsovetenskaperna*. 2 uppl, Lund: Studentlitteratur.
- Ejlertsson, G. (2014). *Enkäten i praktiken - en handbok i enkätmetodik*. 3 uppl, Lund: Studentlitteratur.
- Elliott, J. M. & Elliott, J. A. (2010). Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology*, 77(8), pp 1793–1817.
- Filipsson, O. (1979). *Åldersbestämning av röding i Näkten*. Stockholm: Sötvattenslaboratoriet.
- Filipsson, O. (2003). *Begränsat fiske gav större fiskar i en fjällsjö*. (Rapport 7). Stockholm: Sötvattenslaboratoriet.
- Filipsson, O. & Svärdsson, G. (1976). *Principer för fiskevården i rödingsjöar*. (Rapport 2). Stockholm: Sötvattenslaboratoriet.
- Fürst, M. (1966). *Försök med överföring av nya näringsdjur till reglerade sjöar*. (Rapport 6). Stockholm: Sötvattenslaboratoriet.
- Fürst, M., Hammar, J., Hill, C., Boström, U. & Kinsten, B. (1984). *Effekter av introduktion av *Mysis relicta* i reglerade sjöar i Sverige*. Stockholm: Sötvattenslaboratoriet.
- Gillet, C. (1991). Egg production in an Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) brood stock: effects of temperature on the timing of spawning and the quality of eggs. *Aquatic Living Resources*, 4(2), pp 109–116.
- Guénard, G., Boisclair, D., Ugedal, O., Forseth, T. & Fleming, I.A. (2012). The bioenergetics of density-dependent growth in arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69(10), pp 1651–1662. DOI: 10.1139/f2012-093
- Gönczi, A. (1970). *Präglingsförsök med sjölekande fiskar*. (Rapport 8). Stockholm: Sötvattenslaboratoriet.
- Hofmann, N. & Fischer, P. (2002). Temperature Preferences and Critical Thermal Limits of Burbot: Implications for Habitat Selection and Ontogenetic Habitat Shift. *Transactions of the American Fisheries Society*, 131(6), pp 1164–1172.
- Jobling, M., Johnsen, H. K., Pettersen, G. W. & Henderson, R. J. (1995). Effect of temperature on reproductive development in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Thermal Biology*, 20(1), pp 157–165.

- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F. & Mortensen, E. (2003a). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, 12(1), pp 1–59.
- Klemetsen, A., Knudsen, R., Staldvik, F. J. & Amundsen, P.-A. (2003b). Habitat, diet and food assimilation of Arctic charr under the winter ice in two subarctic lakes. *Journal of Fish Biology*, 62(5), pp 1082–1098.
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. (2010). Arctic charr in sympatry with burbot: ecological and evolutionary consequences. *Hydrobiologia*, 650(1), pp 43–54.
- Koh, L. P., Dunn, R. R., Sodhi, N. S., Colwell, R. K., Proctor, H. C. & Smith, V. S. (2004). Species coextinctions and the biodiversity crisis. *Science (New York, N.Y.)*, 305(5690), pp 1632–4.
- Kullander, S.O., Nyman, L., Jilg, K. & Delling, B. (2012). *Salvelinus alpinus* röding, pp 184–189. - I: *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeniga fiskar. Actinopterygii*. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- L. Johnson (1995). Systems for survival: of ecology, morals and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*).
- Langeland, A. (1995). Management of charr lakes. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 71, pp 68–80.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J. H., Jonsson, B. & Jonsson, N. (1991). Resource Partitioning and Niche Shift in Arctic Charr *Salvelinus alpinus* and Brown Trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology*, 60(3), pp 895–912.
- Larsson, S. (2005). Thermal preference of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta* – implications for their niche segregation. *Environmental Biology of Fishes*, 73(1), pp 89–96.
- Lehtonen, H. (1996). Potential effects of global warming on northern European freshwater fish and fisheries. *Fisheries Management and Ecology* [online], 3(1), pp 59–71.
- Lehtonen, H. (1998). Does global warming threat the existence of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (Salmonidae), in northern Finland? *Italian Journal Of Zoology*, 65, pp 471–474.
- Länsstyrelsen (2005). *Fiskets framtid i de stora sjöarna – utveckling eller avveckling?* (2005:46). Stockholm: Länsstyrelsen.
- Länsstyrelsen (2006). *Bevarandeplan för Natura 2000-område: Näkten SE0720056*. Östersund: Länsstyrelsen.
- Länsstyrelsen (2013). *Life+ Nature project application: Triple Lakes – Catchment restoration and preventive action for aquatic habitats in a climate change perspective*. Östersund: Länsstyrelsen.
- Länsstyrelsen (2016a). *Fiskutsättningar i Näkten*. Östersund: Länsstyrelsen
- Länsstyrelsen (2016b). *Fiske*. <http://www.lansstyrelsen.se/Jamtland/Sv/djur-och-natur/fiske/Pages/default.aspx?keyword=r%C3%B6ding> [2016-05-24]
- Länsstyrelserna (2016). *Länskarta*. <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/sverigeslanskarta/?visibleLayerNames=L%C3%A4nsstyrelsens%20kontor&zoomLevel=5&x=494666.125&y=6970214.656249999>. [2016-05-26]. Lantmäteriet & Geodatasamverkan
- Milbrink, G., Vrede, T., Tranvik, L. J. & Rydin, E. (2011). Large-scale and long-term decrease in fish growth following the construction of hydroelectric reservoirs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(12), pp 2167–2173.
- Michanek, G. & Zetterberg, C. (2012). *Den svenska miljörätten*. 3 uppl., Uppsala: Iustus förlag.

- Mittelbach, G. G. & Persson, L. (1998). The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(6), pp 1454–1465.
- Mohseni O. & Stefan, H.G. (1999). Stream temperature/air temperature relationship: a physical interpretation. *Journal of Hydrology*. 218(3), pp 128–141. DOI: 10.1016/S0022-1694(99)00034-7
- Mortensen, A., Ugedal, O. & Lund, F. (2007). Seasonal variation in the temperature preference of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Journal of Thermal Biology*, 32(6), pp 314–320.
- Museth, J., Sandlund, O. T. & Borgstrøm, R. (2007). Coexistence between introduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) and native Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depends on heavy whitefish exploitation., 2007. pp 343–350. ISBN 978-3-510-47062-4.
- Näsbygden ideell förening (2011). *Sjökort över Näkten*. Hydrographica Kartläggning
- Olsson, U., Englund, J. E. & Engstrand, U. (2012). *Biometri: Grundläggande statistik för biologer*. 7 uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2011). *Nursing Research - Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice*. 9 uppl., Lippincott: Williams and Wilkins.
- Sandlund, O.T., Haugerud, E., Rognerud, S. & Borgstrøm, R. (2013). Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) squeezed in a complex fish community dominated by perch (*Perca fluviatilis*). *Fauna Norvegica*, 33(0), pp 1–11.
- Sandlund, O., Hesthagen, T. & Brabrand, A. (2013). Coregonid introductions in Norway: well-intended and successful, but destructive. *Advances in Limnology*, (64), pp 345–362.
- Sandlund, O., Museth, J., Næsje, T., Rognerud, S., Saksgård, R., Hesthagen, T. & Borgstrøm, R. (2010). Habitat use and diet of sympatric Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) in five lakes in southern Norway: not only interspecific population dominance? *Hydrobiologia*, 650(1), pp 27–41.
- Sandström, A., Norrgård, J., Dannewitz, J. & Bergstrand E. (2009). *Kan införandet av fiskefria områden vända trenden för fisken i Vättern?* (Rapport 96). Jönköping: Vätternvårdsförbundet
- Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I. C., Araújo, M. B., Arnell, N. W., Bondeau, A., Bugmann, H., Carter, T. R., Gracia, C. A., De La Vega-Leinert, A. C., Erhard, M., Ewert, F., Glendining, M., House, J. I., Kankaanpää, S., Klein, R. J. T., Lavorel, S., Lindner, M., Metzger, M. J., Meyer, J., Mitchell, T. D., Reginster, I., Rounsevell, M., Sabaté, S., Sitch, S., Smith, B., Smith, J., Smith, P., Sykes, M. T., Thonicke, K., Thuiller, W., Tuck, G., Zaehle, S. & Zierl, B. (2005). Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science (New York, N.Y.)*, 310(5752), pp 1333–7.
- Setzer, M. (2012). *The decline of great Arctic charr in Lake Vättern: empirical and theoretical analyses of suggested causes*. Diss. Linköping university. Linköping: LIU-tryck.
- Strand, Å., Magnhagen, C. & Alanärä, A. (2011). Growth and Energy Expenditures of Eurasian Perch *Perca fluviatilis* (Linnaeus) in Different Temperatures and of Different Body Sizes. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 2(3).
- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2004). *Klimatanalys för Jämtlands län*. (Rapport 2013:69). Östersund: Länsstyrelsen.
- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.(2012). "Sjölyftet". https://sv.wikipedia.org/wiki/N%C3%A4kten#cite_note-Sj.C3.B6lyftet-1. Hämtad från Wikipedia [2016-05-26].

- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2016). *Datum för islossning Näkten, period 1871-2015*.
- Svärdson, G. (1976). *Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes*. Rep., Inst. Freshwater Res., Drottningholm, 55, 144-171, (1976),.
- Thörnqvist, S. (2006). *Områden av riksintresse för yrkesfisket*. (Finno 2006:1). Göteborg: Fiskeriverket
- Vatteninformationssystem Sverige. (2016). *Näkten*
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE697853-143720>. [2016-05-26]
- Vattenregleringsföretagen (2015). *Indalsälven Näcken; W för varje dag, period 1995-2015*. Östersund: Vattenregleringsföretagen.
- Wantzen, K., Junk, W. & Rothhaupt, K-O. (2008). An extension of the floodpulse concept (FPC) for lakes. *Hydrobiologia*, 613(1), pp 151–170.
- Woodward, G., Perkins, D. M. & Brown, L. E. (2010). Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365(1549), pp 2093–2106.
- Zohary, T. & Ostrovsky, I. (2011). Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters*, 1(1), pp 47–59.
- Öhman, R. (1961). *Rödinglekfisket i Näkten har 300-årig tradition*. Svensk Fiskeritidsskrift.